

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA – CCET

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL – DECiv

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL

***ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO PARA
EDIFÍCIOS VERTICAIS COM DIFERENTES SISTEMAS
CONSTRUTIVOS***

Eng. Maysa Fontoura Barbosa

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Área de Concentração: Racionalização, Avaliação e Gestão de Processos e Sistemas Construtivos

Orientadora: Prof. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra

São Carlos
2005

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B238ae

Barbosa, Maysa Fontoura.

Análise de estratégias de execução para edifícios verticais com diferentes sistemas construtivos / Maysa Fontoura Barbosa. -- São Carlos : UFSCar, 2006.
124 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2005.

1. Administração da produção de construções. 2. Edifícios verticais. 3. Estratégias de produção. 4. Sequência de execução. 5. Planejamento de obras. I. Título.

CDD: 624.0685 (20ª)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil

Via Washington Luis, Km 235 - Caixa Postal 676 - Fone (16) 3351-8262 - Fax (16) 3351-8259 - CEP 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil

ATA DO EXAME DE DISSERTAÇÃO

No dia 09 de setembro de 2005, às 09:00 horas, realizou-se o Exame de Dissertação de **Maysa Fontoura Barbosa**, aluna regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos.

Título da Dissertação: **"Análise de Estratégias de Execução para Edifícios Verticais com Diferentes Sistemas Construtivos"**

Com base no conteúdo do material apresentado e no desempenho da aluna durante a defesa, os integrantes da Banca Examinadora atribuíram à candidata os seguintes conceitos:

Profª Drª Sheyla Mara Baptista Serra – Orientadora
Departamento de Engenharia Civil – UFSCar

Conceito: B

Prof. Dr. José Francisco Pontes Assumpção – Avaliador
Departamento de Engenharia Civil – UFSCar

Conceito: B

Prof. Dr. Fabio Muller Guerrini – Avaliador
Departamento de Engenharia de Produção – EESC/USP

Conceito: B

De acordo com o § 1º do artigo 34º do Regimento Interno do PPGCIV, a Banca Examinadora considera o candidato:

Aprovado

Reprovado

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida.

Aos meus pais Moysés e Claudete, que nunca deixaram de me incentivar e não me deixaram desistir.

À minha querida irmã Elyzabeth.

Aos meus amigos que me apoiaram e muito me ajudaram na força pessoal.

À Analysy's Gerenciamento de Processos, Consultoria e Planejamento, empresa que me proporcionou a oportunidade, a base de dados e a experiência profissional para a realização deste trabalho.

À Professora Dra. Sheyla Mara Baptista Serra.

Aos professores, funcionários e colegas do Mestrado. E aos amigos que fiz durante esse período.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

PENSAMENTO

“Não basta ao homem uma especialidade. Por que tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade... Os excessos do sistema de competição e especialização prematura, sob o pretexto da eficácia, assassinam o espírito, impossibilitam qualquer vida cultural e chegam a suprimir os progressos nas ciências do futuro. É preciso, enfim, tendo em vista a realização de uma educação, desenvolver o espírito crítico...”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE FOTOGRAFIAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE CRONOGRAMAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
<u>CAPÍTULO 1</u>	<u>1</u>
INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA	3
1.2. OBJETIVOS	5
1.3. METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA	5
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	7
<u>CAPÍTULO 2</u>	<u>9</u>
ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO: APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	9
2.1. A ADMINISTRAÇÃO ESTRATÉGICA	11
2.2. ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO / EXECUÇÃO	13
2.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO / EXECUÇÃO	16
2.4. PARTICULARIDADES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.5. TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO	25
2.5.1. WBS - Work Breakdown Structure	25
2.5.2. Redes de precedência	26
2.5.3. Linha de Balanço (LoB)	28
2.5.4. Curva S	31
2.5.5. Planejamento linear (<i>Linear Scheduling Model</i> - LSM)	32
<u>CAPÍTULO 3</u>	<u>35</u>
SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA OBRAS DE EDIFÍCIOS: CONCEITOS E CARACTERIZAÇÃO	35
3.1. CONCEITO DE SISTEMA E PROCESSO CONSTRUTIVO	36
3.2. AS PARTICULARIDADES DAS OBRAS DE EDIFÍCIOS VERTICAIS	39
3.3. ESTUDO DE CASO 1: SISTEMA TRADICIONAL	44
3.3.1. Descrição do estudo de caso: ciclos de execução e seqüência tecnológica	45
3.3.2. Vantagens e desvantagens deste sistema construtivo	50
3.3.3. Considerações sobre o sistema construtivo tradicional	53

3.4. ESTUDO DE CASO 2: PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”	53
3.4.1. Descrição do estudo de caso: ciclos de execução e seqüência tecnológica	54
3.4.2. Vantagens e desvantagens deste sistema construtivo	60
3.4.3. Considerações sobre o sistema construtivo	64

CAPÍTULO 4 **65**

O ESTUDO DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO PARA EDIFÍCIOS VERTICAIS ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES PARA OS CASOS ESTUDADOS

	65
4.1. METODOLOGIA DE ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE PRODUÇÃO	65
4.2. CARACTERIZAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO DE EDIFÍCIOS VERTICAIS	67
4.3. SIMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO COM CADA UM DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ESTUDADOS	69
4.4. ESTUDO DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO PARA EDIFÍCIOS VERTICAIS	70
4.4.1. Estudo de caso 1: Tradicional	70
4.4.1.1. Sem inversão de obra	71
4.4.1.2. Inversão total	76
4.4.1.3. Inversão parcial	82
4.4.2. Estudo de caso 2: Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”	88
4.4.2.1. Sem inversão de obra	88
4.4.2.2. Inversão total	96
4.4.2.3. Inversão parcial	102
4.5. ANÁLISE COMPARATIVA	108
4.5.1. Tradicional	109
4.5.2. Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”	111
4.5.3. Data de entrega de casa de máquinas dos elevadores	113
4.5.4. Considerações sobre as comparações	114

CAPÍTULO 5 **118**

CONCLUSÕES **118**

REFERÊNCIAS **121**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de Planejamento e Controle (FORMOSO, 1999).	18
Figura 2: Modelo de processo de planejamento adaptado à necessidade de hierarquização (FORMOSO, 1999).	20
Figura 3: Conceituação de etapa, serviço, atividade e tarefa, necessários para a execução da obra (BARBOSA; SERRA, 2002).	22
Figura 4: Exemplo da representação gráfica através de Diagrama de GANTT.	28
Figura 5: Exemplo da representação gráfica através de Linha de Balanço – LoB.	29
Figura 6: Tipos de atividades utilizadas numa Programação Linear - LSM (HARMELINK; ROWINGS, 1998).	34
Figura 7: Características da obra de um edifício – subsistema da Torre (ASSUMPÇÃO, 1999).	40
Figura 8: Características da obra de um edifício – subsistema da Torre (ASSUMPÇÃO, 1999).	41
Figura 9: Fluxograma de serviços com ligações de seqüência e de trajetória para os pavimentos tipo da obra do edifício (ASSUMPÇÃO, 1999).	43
Figura 10: Parte do cronograma físico de execução da estrutura, com a utilização do sistema construtivo tradicional.	49
Figura 11: Partes do cronograma físico de execução da etapa de obra bruta de um empreendimento que utiliza sistema construtivo tradicional.	52
Figura 12: Parte do cronograma físico de execução da estrutura, com a utilização de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.	59
Figura 13: Parte do cronograma físico com os serviços que compoem a etapa de execução de obra seca num empreendimento de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.	62
Figura 14: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, sem inversão de obra e programação “ASAP”.	71
Figura 15: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, sem inversão de obra e programação “ALAP”.	73
Figura 16: Curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento de sistema construtivo tradicional executado utilizando a estratégia sem inversão dos serviços.	75
Figura 17: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, com inversão total dos serviços e programação “ASAP”.	77
Figura 18: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, com inversão total dos serviços e programação “ALAP”.	79
Figura 19: Curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento com sistema construtivo tradicional executado utilizando a estratégia de inversão total dos serviços.	81

Figura 20: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, com inversão parcial dos serviços e programação “ASAP”.....	83
Figura 21: Parte do cronograma físico de edifício em sistema construtivo tradicional, com inversão parcial dos serviços e programação “ALAP”.....	85
Figura 22: Curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado com sistema construtivo tradicional e utilizando a estratégia de inversão parcial dos serviços.	86
Figura 23: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", sem inversão dos serviços e programação “ASAP”.	90
Figura 24: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", sem inversão dos serviços e programação “ALAP”.....	93
Figura 25: Curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado com paredes externas em concreto armado moldado “in loco” utilizando a estratégia sem inversão dos serviços.....	95
Figura 26: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", com inversão total dos serviços e programação “ASAP”.....	97
Figura 27: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", com inversão total dos serviços e programação “ALAP”.	99
Figura 28: Curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado utilizando paredes externas executadas em concreto armado moldado “in loco” e estratégia de produção com inversão total dos serviços.....	101
Figura 29: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", com inversão parcial dos serviços e programação “ASAP”.	103
Figura 30: Parte do cronograma físico de edifício com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco", com inversão parcial dos serviços e programação “ALAP”.....	105
Figura 31: Curvas ASAP e ALAP referentes ao empreendimento executado utilizando a estratégia de inversão parcial dos serviços.	107
Figura 32: Curvas S comparativas entre as três estratégias estudadas para o sistema construtivo tradicional	115
Figura 33: Curvas S comparativas entre as três estratégias estudadas para o sistema construtivo de paredes externas em concreto armado moldado "in loco"	117

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1: Execução da estrutura utilizando sistema com pilares, vigas e lajes.	46
Foto 2: Re-escoramento metálico utilizado nas lajes.	46
Foto 3: Vedações externas executadas com blocos de concreto.	46
Foto 4: Instalações hidráulicas executadas com a utilização de tubulação rígida, embutidas nas alvenarias.	46
Foto 5: Alvenaria interna, executada com blocos de concreto, onde ainda será executado o serviço de fixação da alvenaria.	46
Foto 6: Distribuição hidro-sanitária nas paredes, executada com tubulação rígida e embutida na alvenaria.	46
Foto 7: Acabamento do banheiro, sem a utilização de “shaft’s” removíveis.	47
Foto 8: Região da cozinha com todas as instalações embutidas nas paredes.	47
Foto 9: Paredes externas em concreto moldado “in loco” (estrutura e vedação externa).	55
Foto 10: Execução de “meio andar” das paredes externas em concreto armado moldado “in loco” de um pavimento tipo.	55
Foto 11: Tratamento interno dado nas paredes de concreto moldado “in loco” para posterior pintura.	55
Foto 12: Aspecto das fachadas com a execução das paredes em concreto armado moldado “in loco”.	55
Foto 13: Interior de um pavimento tipo, com início da execução das vedações internas em gesso acartonado.	55
Foto 14: Reforços de madeira e instalações executados internamente às placas de gesso acartonado para fixação de bancas e armários.	55
Foto 15: Empreendimento com estrutura e esquadrias fase de execução.	56
Foto 16: O edifício em fase da pintura da fachada sendo finalizada.	56
Foto 17: “Shaft” de fibra removível, instalado sobre as prumadas de tubulações hidro-sanitárias.	63
Foto 18: Carenagem em fibra, removível, instalada sobre a tubulação existente abaixo da banca do banheiro.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Serviços e tempos de ciclos de execução para o sistema construtivo tradicional.	47
Tabela 2: Serviços e tempos de ciclos de execução para o sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.	57
Tabela 3: Análise comparativa em edifício que utilizou o sistema construtivo tradicional.	110
Tabela 4: Análise comparativa em edifício que utilizou o sistema construtivo de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.	112
Tabela 5: Tempos desde o início da obra até a entrega da casa de máquinas dos elevadores.	114

LISTA DE CRONOGRAMAS

Cronograma 1: Sistema construtivo tradicional: estratégia sem inversão dos serviços e programação "ASAP"	72
Cronograma 2: Sistema construtivo tradicional: estratégia sem inversão dos serviços e programação "ALAP"	74
Cronograma 3: Sistema construtivo tradicional: estratégia com inversão total dos serviços e programação "ASAP"	78
Cronograma 4: Sistema construtivo tradicional: estratégia com inversão total dos serviços e programação "ALAP"	80
Cronograma 5: Sistema construtivo tradicional: estratégia com inversão parcial dos serviços e programação "ASAP"	84
Cronograma 6: Sistema construtivo tradicional: estratégia com inversão parcial dos serviços e programação "ALAP"	87
Cronograma 7: Sistema construtivo com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco": estratégia sem inversão dos serviços e programação "ASAP"	92
Cronograma 8: Sistema construtivo com paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco": estratégia sem inversão dos serviços e programação "ALAP"	94
Cronograma 9: Sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado "in loco", com inversão total dos serviços e programação "ASAP"	98
Cronograma 10: Sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado "in loco", com inversão total dos serviços e programação "ALAP"	100
Cronograma 11: Sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado "in loco", com inversão parcial dos serviços e programação "ASAP"	104
Cronograma 12: Sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado "in loco", com inversão parcial dos serviços e programação "ALAP"	106

RESUMO

BARBOSA, M. F. Análise de estratégias de execução para edifícios verticais com diferentes sistemas construtivos. 2005. 135 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

O gerenciamento em obras de construção civil vem recebendo atenção por parte das empresas na busca de alternativas para melhorar seus processos de gestão da produção. Isso ocorre principalmente em empresas que trabalham com construção de edifícios para o mercado imobiliário, face à competitividade e exigências estabelecidas por seus investidores. Neste contexto, as estratégias de execução são fundamentais para o desenvolvimento e sucesso do “negócio”, pois delas decorrem a forma de como serão aproveitados os recursos físicos e financeiros disponibilizados. Através de simulações de estratégias de execução são fornecidos diversos dados de planejamento ao subsetor edificações. Tais estratégias são representadas pelo planejamento da produção através da geração de informações: cronogramas, gráficos e relatórios. Dessa forma, este trabalho analisa o comportamento das variáveis de produção de dois sistemas construtivos através da proposição de três diferentes estratégias de execução. Os sistemas estudados foram o sistema construtivo tradicional e o sistema construtivo com paredes externas em concreto moldado “in loco”. As estratégias de execução simuladas concentraram-se na análise dos serviços da torre do edifício vertical, sendo propostas as seguintes seqüências: sem inversão dos serviços, com inversão total dos serviços e com inversão parcial dos serviços. Os principais resultados desta pesquisa são apresentados na forma de parâmetros e gráficos que facilitam a avaliação e seleção de estratégias de execução a serem seguidas pelas empresas que executam edifícios verticais.

Palavras chave: edifícios verticais, estratégias de produção, seqüência de execução, planejamento de obras, gerenciamento e administração da construção.

ABSTRACT

BARBOSA, M. F. Analyze of production strategies for tall buildings with different construction systems. 2005. 135 p. Master's thesis. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

The civil construction management has been taken more attention of civil construction companies in aim alternatives to enhancing their management process, main that work with building construction because the growing competition and the exigency of their invest. In this set, the strategic planning is fundamental for the development and success of business because generates data that will guide the balance between the production planning expectation and the necessary costs for concluding a project. The supply of planning data and performances of building construction is get to divide of the simulation of the production strategy. The planning production represents the strategies because its products are some information: schedules, graphs and reports to arrive the execution efficiency. This research presents analyze the conduct of two different construction systems variables of three construction strategies. The construction systems studied were traditional construction system and the external walls in reinforced concrete construction system. The production strategies simulated concentrated in analyse only the tower and were without inversion of services; with partial inversion of services; and with total inversion of services. Like product of this research to claim develop a systematization to value and choose the production strategies to attend by the tall building construction companies.

Keywords: tall building, production strategy, production sequence, strategic planning, physical scheduling and administration.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

As estratégias de execução, nas obras de edifícios verticais, têm por principal objetivo estabelecer diretrizes macro para o planejamento da obra, levando em conta as variáveis do negócio, tais como o prazo de entrega do empreendimento e a disponibilidade de recursos financeiros para realizá-la. Além das variáveis relacionadas ao negócio, as estratégias de execução levam em conta variáveis técnicas, tais como as condições de acesso e vizinhança, disponibilidade de recursos físicos (mão-de-obra e equipamentos), as condições de suprimento e do sistema de transporte da obra.

Estas diretrizes para o planejamento da obra podem ser apresentadas graficamente através de técnicas de programação, tais como cronogramas, linhas de balanço, diagramas de rede, entre outras.

Como resultado destas estratégias podem ser gerados cronogramas físicos, cronogramas financeiros, cronogramas de mão-de-obra e equipamentos, agendas / cronogramas de suprimentos, enfim, um conjunto de informações fundamentais para que a obra seja conduzida de forma a atender aos objetivos do negócio.

Para que se atinja os objetivos estabelecidos, há necessidade que se dê ênfase e se demonstre a todos os agentes envolvidos no processo, de forma direta ou indireta, as vantagens e benefícios que traz o emprego ou a adoção de uma determinada estratégia de execução em qualquer empreendimento, independente da sua forma ou complexidade.

As empresas mais bem estruturadas realizam simulações de estratégias de execução para verificar as condições de cumprirem os prazos contratuais, e até mesmo de executar o empreendimento num prazo menor que o

programado, adequando a forma de realizar a obra à disponibilidade de recursos físicos e financeiros.

Deve, também, haver uma sintonia constante entre todos os envolvidos com a execução do empreendimento, principalmente em relação aos prazos previamente estabelecidos. Assim, todos devem conhecer e estarem adaptados ao cumprimento das estratégias estabelecidas, pois, caso contrário, situações desfavoráveis para a empresa poderão ocorrer, podendo gerar desembolsos e gastos antecipados ou até mesmo desnecessários, e também quebra de lógica de execução, o que poderá gerar um descompasso na seqüência de determinado serviço em relação a serviços sucessores a serem executados.

Face ao que vem acontecendo nos últimos anos, no que se refere ao grande crescimento da competitividade entre as empresas construtoras e a conseqüente limitação da lucratividade no subsetor de edificações, as empresas viram a necessidade da redução dos seus custos, pois até então, dentro do contexto da realidade vigente, as empresas obtinham margens de lucro atrativas, sem muita preocupação com os custos. A administração dos custos teve que ser reformulada, visto que, quando se trabalha com o planejamento físico relacionado ao financeiro há necessidade de implantação de uma estudada estratégia de execução para se atingir as metas propostas. A realidade no subsetor da construção civil brasileira não era a preocupação com os custos, por isso a importância de pesquisas de temas com esta preocupação.

Para que todo esse desenvolvimento da execução atinja seus objetivos de forma eficiente e com qualidade, é fundamental para o empreendimento o seu perfeito gerenciamento. Na execução de uma obra, é necessária a implantação de um sistema de gerenciamento que analise a estratégia execução mais vantajosa, bem como, verifique a quantidade de serviços a serem executados no início, meio e fim do empreendimento além de classificar e quantificar as falhas encontradas na estratégia adotada visando com estes dados a melhoria das qualificações das estratégias futuras.

Atualmente, as ferramentas computacionais disponíveis no mercado são fortes aliados no que tange a facilitar o advento e disseminação do gerenciamento e planejamento de obras. Com o uso desses recursos de informática, de razoável facilidade de manuseio, é possível efetuar simulações de

várias estratégias de execução em pouco tempo, com os resultados rápidos, se comparados a fazê-los manualmente. Isso é viável tanto para obras de edifícios verticais, quanto para qualquer tipo de obra. Assim, pode-se fazer comparações entre as diversas simulações e as empresas têm a possibilidade de escolher qual a melhor alternativa a ser efetivamente concretizada.

1.1. Justificativa

Com as novas exigências do mercado, o gerenciamento em obras de construção civil vem recebendo, atualmente, maior atenção por parte das grandes empresas de construção civil. Tais empresas, cada vez mais, estão procurando alternativas para melhorar seus processos de gestão, principalmente, aquelas que trabalham com a construção de edifícios para o mercado imobiliário, face à competitividade existente neste setor e também às exigências estabelecidas por investidores nacionais e internacionais, que concorrem em um mercado cada vez mais globalizado.

Neste contexto, as estratégias de execução são fundamentais para a alavancagem do negócio em questão, pois dela decorrem a forma de como serão aproveitados os recursos físicos e financeiros que serão disponibilizados para a realização do empreendimento. Estas estratégias são determinantes para o estabelecimento de prazos e padrões de qualidade do empreendimento. A avaliação econômica do projeto consiste em estimar todos os custos e benefícios relacionados ao projeto, e a partir daí, verificar a viabilidade de sua execução.

Tendo em vista a grande necessidade e importância de se dispor de informações sobre como propor e analisar as diferentes alternativas de execução para uma mesma obra justifica-se esta pesquisa. Isto se consegue através do estudo de estratégias de execução, pois a partir delas, todo o “percurso” da execução estará estabelecido, com reflexos importantes na demanda por recursos físicos e financeiros.

Durante muitos anos, a área de produção dentro das empresas construtoras ficou isolada de seu processo global como um todo, isso ocorreu devido a vários fatores entre os quais pode-se destacar a resistência às mudanças

de todos que ali exercem suas funções e às condições precárias no ambiente de trabalho, passando apenas a cumprir ordens.

Felizmente, este cenário vem sendo mudado nos últimos anos com a valorização da área da produção em função de uma crescente pressão da maior competitividade e à inclusão de novas tecnologias de processo.

Além dessas observações, o conhecimento das experiências internacionais também contribuiu para que a indústria da construção civil brasileira evoluísse, introduzindo novas tecnologias e processos, possibilitando a utilização de diferentes estratégias de execução, através da variação de seqüências e trajetórias dos serviços.

Atualmente, muito se fala sobre como as empresas podem obter vantagem competitiva sustentável. É consenso entre os mais diversos pesquisadores e autores de que isto somente pode ser obtido através do conhecimento. Tal conhecimento pode ser adquirido através de informações contidas e estruturadas em grandes bancos de dados, formatados e organizados dentro das empresas, por assuntos de negócio, por área de conhecimento e por registro histórico de informações.

Para WRIGHT; KROLL; PARNEL (2000), vantagem competitiva sustentável refere-se a estratégias empresariais valiosas que não podem ser plenamente copiadas pelos concorrentes da empresa, resultando assim em altos retornos financeiros durante um longo período de tempo.

Para a correta determinação da estratégia de execução de um edifício, uma das principais diretrizes diz respeito ao reconhecimento da vantagem competitiva sustentável e adquirida através de experiências anteriores na consolidação de um empreendimento imobiliário. Para isto, é preciso fazer escolhas tais como, de quais negócios se deve participar, quais produtos e serviços oferecem vantagem competitiva, como alocar recursos durante o desenvolvimento do empreendimento e outras diretrizes de interesse da empresa como um todo. Essa decisão requer tanto uma análise sistêmica quanto uma capacidade de síntese dos fatores, os quais acabam por constituir-se num processo analítico e criativo. Outra diretriz diz respeito ao reconhecimento e análise das estratégias praticadas pelos concorrentes.

A estratégia de execução deve estar focada também nos objetivos, necessidades e possibilidades das empresas construtoras. O processo de definição das estratégias resulta da simulação de várias situações de mercado, de onde se avaliam as informações quanto a prazos de finalização da obra, custo e distribuição deste custo no tempo, produtividade de serviços, utilização de insumos (materiais e / ou mão-de-obra) para que se possa concluir qual a melhor alternativa, para determinada situação em determinado momento.

Para empreendimentos imobiliários a preço fechado, onde as receitas são desvinculadas do programa de execução, o estudo das estratégias de execução é fundamental para assegurar a viabilidade do empreendimento.

1.2. Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo analisar estratégias de execução de edifícios, através da avaliação do parâmetro de prazo para dois diferentes sistemas construtivos aplicados em edifícios verticais. Pretende-se ainda, mostrar o comportamento, principalmente o perfil de desenvolvimento físico de construção para três diferentes estratégias de execução de obra de edifícios verticais.

Assim, este trabalho visa identificar as características de execução de dois sistemas construtivos, a saber: **[i]** tradicional; e **[ii]** paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, e de três estratégias de execução: **[i]** sem inversão dos serviços; **[ii]** com inversão total dos serviços; e **[iii]** com inversão parcial dos serviços.

1.3. Metodologia utilizada na pesquisa

A partir da análise destas variáveis pode-se avaliar as diferentes demandas por recursos, além dos riscos de não se cumprir prazos de obra.

Tendo em vista que o estudo foi realizado para duas tipologias de edifícios, que utilizam sistemas construtivos diferentes, a dissertação pretende também dar subsídios para a comparação dos dois sistemas construtivos, no que

tange à demanda por recursos, com os riscos inerentes, juntamente com a variável “prazo de execução”.

Segundo a teoria estudada e a prática vivenciada através de um escritório de gerenciamento de obras, esta pesquisa pretende mostrar como as estratégias de execução de obras de edifícios podem ser utilizadas para adequar a demanda por recursos físicos e financeiros às necessidades do negócio.

De acordo com SILVA (2001), o trabalho científico é avaliado pela sua qualidade formal. Qualidade formal diz respeito aos meios e formas usadas na produção do trabalho. Refere-se ao domínio das técnicas de coleta e interpretação de dados, manipulação de fontes de informação, conhecimento demonstrado na apresentação do referencial teórico e apresentação escrita ou oral em conformidade com os ritos acadêmicos.

Em consideração à conceituação da mesma autora, do ponto de vista de sua natureza esta pesquisa é aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas e tem objetivo exploratório, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Justamente por seu objetivo exploratório, a pesquisa envolveu o levantamento bibliográfico e a experiência prática com o problema pesquisado.

Este estudo teve uma abordagem qualitativa, já que existe uma relação dinâmica com o mundo real, onde técnicas e sistemas de planejamento foram aplicados a empreendimentos protótipos, que utilizaram os sistemas construtivos estudados. Foi considerada apenas a questão física da execução sobre o enfoque das várias alternativas de produção de um edifício, sem o estudo dos custos dessas escolhas.

Para a criação dos modelos computacionais utilizou-se o programa Microsoft Project 2000, onde foram simuladas várias estratégias de execução de edifícios verticais, considerando as características intrínsecas às tecnologias estudadas. A partir dos estudos de caso, pôde-se obter dados confiáveis, que servirão de base para as comparações conclusivas deste trabalho.

O método de estudo de caso será o utilizado na elaboração da pesquisa de YIN (2001). A coleta de dados foi realizada em empresas construtoras

da cidade de São Paulo / SP, utilizando-se para isso dados obtidos através de reuniões com os engenheiros das obras, registro visual e fotográfico da situação real em obra. Também foi feito o estudo de várias estratégias de execução alternativas, diferentes das que efetivamente foram adotadas e realizadas.

A revisão bibliográfica baseou-se em textos técnicos disponíveis na Internet e em bibliotecas universitárias de assuntos referentes ao tema de estratégias de produção / execução de edifícios verticais. A pesquisa bibliográfica estendeu-se inicialmente ao estudo de estratégias de produção das empresas como um todo e, em seguida especificamente direcionada para o setor da construção civil. A revisão bibliográfica foi feita para o desenvolvimento da estruturação conceitual da pesquisa, cujo objetivo foi o de demonstrar o que existe na literatura sobre o tema e quais as lacunas percebidas.

1.4. Estrutura da dissertação

No presente capítulo, tem-se a introdução à importância do estudo das estratégias de execução de edifícios verticais que utilizam diferentes sistemas construtivos, com a justificativa do estudo deste assunto, os objetivos da pesquisa e a metodologia utilizada para a sua realização. Apresentam-se, ainda, os assuntos referentes a cada capítulo da dissertação.

O **Capítulo 2** apresenta a conceituação para o estudo de gestões estratégicas de execução de edifícios verticais no que se refere ao planejamento e programação física. Através de revisão da bibliografia existente sobre o assunto, são apresentadas definições de estratégias de produção / execução, assim como as vantagens de sua utilização e as particularidades existentes na indústria da construção civil. Também são abordadas neste capítulo as principais técnicas de programação aplicadas à construção, tais como: *Work Breakdown Structure* (WBS), redes de precedência, linha de balanço, curva S e planejamento linear. Este capítulo mostra também estratégias do empreendimento como “negócio”, além da possibilidade da utilização de ferramentas computacionais, para simular estas estratégias. Salienta-se também que a inserção de novas tecnologias, aliada à racionalização do processo de produção faz com que a produtividade e qualidade do produto final sejam um objetivo mais real que utópico.

O **Capítulo 3** aborda a conceituação e caracterização dos sistemas construtivos adotados para estudos de caso. São estabelecidas as terminologias adotadas na elaboração do texto do trabalho, além da descrição das particularidades das obras de edifícios e estratégias possíveis. Traz a apresentação dos sistemas construtivos dos dois estudos de caso: **[i]** tradicional; e **[ii]** paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, no que tange a descrição de cada um deles, os ciclos de execução praticados e sua seqüência tecnológica. Apresentam-se também as vantagens e desvantagens da sua utilização, além de considerações gerais sobre cada sistema construtivo. Este capítulo também apresenta, através de estudos de caso, simulações com as estratégias de execução propostas e a utilização dos sistemas construtivos estudados: no **estudo de caso 01** o sistema construtivo analisado foi o tradicional e no **estudo de caso 02** o sistema analisado foi o que utiliza paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.

O **Capítulo 4** propõe a caracterização de estratégias de execução de edifícios, a saber: **[i]** sem inversão; **[ii]** com inversão total; e **[iii]** com inversão parcial dos serviços. Esta proposta caracteriza-se por ser altamente inovadora para o setor da construção civil. Ainda neste capítulo são mostradas as curvas S obtidas para cada uma das estratégias simuladas em cada um dos sistemas construtivos. Apresenta-se também uma análise comparativa entre as simulações dos estudos de caso, no que tange sistemas construtivos e / ou estratégias de execução, através de tabelas comparativas.

O **Capítulo 5** descreve as conclusões obtidas após todo estudo realizado através das pesquisas da bibliografia existente na área, da vivência junto ao objeto da pesquisa e das várias simulações de estratégias de execução propostas nos diferentes sistemas construtivos estudados. Por fim, são apresentadas as sugestões de prosseguimento da pesquisa.

CAPÍTULO 2

ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO: APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Pôde-se observar, num passado recente, a ocorrência de uma estagnação na evolução cultural e gerencial do setor da construção, principalmente no subsetor edificações, quando se deparava no início da década de 90 com questões, tais como, sistemas de qualidade, necessidade de planejamento sistêmico, diminuição dos índices de perdas e desperdícios de materiais, trabalho e prazos de execução.

Segundo PICCHI (1993), existia um pensamento simplista e comum na construção civil de que melhorar a qualidade acarretaria um aumento do custo e do prazo de entrega da obra. Entretanto, para este autor, o correto seria pensar que a execução de um serviço deve ser feita com qualidade desde o início da cadeia de atividades inter-relacionadas, inclusive durante a concepção do projeto.

Após passada uma década da revolução da qualidade na construção civil, percebe-se uma grande preocupação por parte das médias e grandes empresas construtoras com o gerenciamento de suas obras. Tais empresas, cada vez mais, estão procurando alternativas para melhorar seus processos de gestão. Nota-se que essa preocupação ocorre, principalmente, com aquelas empresas que trabalham com a construção de edifícios para o mercado imobiliário, pois existe uma grande competitividade neste setor. Outro fator condicionante para essa mudança em prol da qualificação, é gerado através das exigências estabelecidas por investidores em um mercado cada vez mais globalizado e competitivo.

Atualmente, percebe-se que existe a mentalidade de que a melhoria no processo construtivo como um todo gerará maior qualidade, sem que para isso sejam aumentados os custos - de produção e planejamento - e os prazos de

entrega. Porém, ainda é muito comum encontrar na construção civil atraso na entrega das obras, sempre com justificativa como a falta de dinheiro, atrasos na entrega dos materiais, mão-de-obra não qualificada, entre outros. Destaca-se que a falta de planejamento, muitas vezes, não é citada como a causa dos demais problemas.

Na busca de maior competitividade entre as empresas construtoras, as principais estratégias referem-se a um novo modo de organização da produção e do processo de concepção dos empreendimentos.

A identificação dos fatores que influenciam a concorrência torna-se mais complexa em setores como o da indústria da construção civil. Segundo SERRA (2001), essa dificuldade se deve a algumas características especiais do setor, principalmente no subsetor edificações, onde existe uma grande fragmentação do número de empresas, uma alta volatilidade do mercado consumidor e uma baixa flexibilidade da produção.

Sabe-se que parte das dificuldades encontradas na construção civil provém da falta de planejamento estratégico como cultura geral do setor, pois comumente não se definem metas, não se avalia as próprias capacidades e as dos concorrentes. Por isso, a análise do ambiente onde a empresa se insere é fundamental, pois, através de seu auto-conhecimento, das suas forças e fraquezas, pode-se adquirir vantagem sobre a concorrência.

De acordo com FORMOSO (1999), neste quadro, o processo de planejamento e controle da construção passa a cumprir um papel fundamental nas empresas, à medida que o mesmo tem um forte impacto no desempenho da função produção. Inúmeros estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam este fato, indicando que deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, das suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos. Em que pese o custo relativamente baixo do planejamento e controle da produção e o fato de que muitos profissionais não têm consciência da sua importância, poucas são as empresas nas quais este processo é bem estruturado.

Segundo OZBECKHAN apud SACOMANO; GUERRINI (1998)¹, o planejamento estratégico envolve a escolha de procedimentos que permitem visualizar as distinções entre opções conhecidas e suas possíveis conseqüências alternativas. Define aquelas decisões que determinam o que pode ser feito – dado um intervalo de tempo e uma situação global. Assim, tem-se o seguinte cenário de metas: **[i]** seleção de metas com referência para opções que são conhecidas e avaliadas; **[ii]** seleção e projeto de recursos para atingir tal meta.

Dessa forma, é objetivo deste capítulo identificar os principais conceitos de gestão estratégica da produção / execução e sua aplicação na indústria da construção civil.

2.1. A administração estratégica

Segundo KRONEMBERGER (2003), o termo estratégia, originário da Grécia, na civilização antiga, estava associado à formulação de manobras necessárias para se atingir um objetivo relativo ao ato de guerrear. Sendo assim, a utilização do termo “estratégia” relaciona-se a planos e políticas de ação que visem o sucesso organizacional em um contexto de competição e uma perspectiva de futuro.

Ainda segundo este autor, ao longo da história da ciência da Administração, delineou-se um comportamento racional delimitado por atributos mecanicistas e limitadores de elementos intrínsecos à criatividade e à inovação.

O surgimento das economias de escala – reduções no custo médio de uma unidade de produção à medida que o volume total cresce – levou os administradores a lutarem por mais crescimento. Segundo BATEMAN; SNELL (1998), as oportunidades para produção em massa criadas pela Revolução Industrial geraram um pensamento intenso e sistemático sobre problemas e questões administrativas – particularmente eficiência, processos de produção e reduções de custo.

¹ OZBECKHAN. **Principles of emerging planning throughs**. Digitado 1973.

De acordo com KRONEMBERGER (2003), a concepção de estratégias administrativas esteve atrelada a diferentes situações onde se contemplou, por muito tempo, o planejamento tradicional como instrumento infalível às diversidades do contexto organizacional. Entretanto, novos cenários foram sendo emoldurados com o aumento da competitividade e turbulência dos mercados. Fez-se necessária, à medida que esta polarização limitou a dinâmica organizacional e seu processo evolutivo, nascendo daí o planejamento estratégico, que tem uma visão muito mais ligada ao futuro, à flexibilidade, à inovação, a um comportamento proativo e, sobretudo à aprendizagem organizacional.

As organizações possuem algumas escolhas estratégicas a fazer na medida que precisam sobreviver nos mercados competitivos, tais como seleção de metas, determinação de produtos e serviços a oferecer, a configuração das políticas para competir e determinar sua posição, e, ainda, a configuração das estruturas organizacionais, sistemas gerenciais e políticas utilizadas para coordenação do trabalho. Essas escolhas devem estar integradas, de maneira que seu conjunto configure uma estratégia, KRONEMBERGER (2003).

O planejamento estratégico surgiu como uma opção racional e analítica para a criação de cenários futuros alternativos, demandando a formação de um grupo de especialistas na organização, capacitados a planejar. O sucesso dessa ferramenta na prática administrativa assumiu grande importância e destaque, conduzindo muitos estudiosos, consultores e pesquisadores a buscarem aperfeiçoá-la, na medida que realizavam uma leitura crítica do processo proposto pelo planejamento estratégico.

Ainda, segundo KRONEMBERGER (2003), estratégia empresarial é o padrão de decisões em uma empresa que determina e revela seus objetivos, propósitos ou metas, produz os planos e políticas principais para alcançar os objetivos, e definir a amplitude do negócio que a empresa está perseguindo, o tipo de organização econômica que ela é ou pretende ser, e a natureza da contribuição econômica ou não-econômica que ela pretende fazer para seus *stakeholders* (acionistas, colaboradores, clientes, parceiros, comunidade, etc.). A unidade, coerência, e a consistência interna das decisões estratégicas é que posicionam a companhia em seu ambiente e conferem sua identidade, seu poder para mobilizar suas forças e a conseqüente construção de uma vantagem competitiva sustentável.

Portanto, num mundo em que as empresa são obrigadas a “mudar para continuar”, nenhuma organização, seja de que tipo ou tamanho for, pode imaginar que conseguirá sobreviver sem se valer de um planejamento estratégico que leve em consideração uma sincera avaliação do seu ambiente interno. Com isso, a empresa poderá determinar suas forças e fraquezas mostrando as possibilidades de interação com o ambiente externo a fim de transformar ameaças em oportunidades buscando renovação, agilidade, flexibilidade, dinamicidade e liberdade de ação como forma de vencer os novos desafios oriundos de um novo elenco de demandas.

2.2. Estratégia de produção / execução

Estratégia, no seu sentido mais amplo, diz respeito a posicionar uma empresa para obter uma vantagem competitiva sustentável. Para isto, é preciso fazer escolhas sobre de que negócios participar, quais produtos e serviços oferecer e como alocar recursos para conseguir tal vantagem perante a concorrência. Isto requer tanto análise quanto síntese, e constitui um processo tanto analítico quanto criativo. A estratégia deve estar focada na satisfação das necessidades dos clientes. O processo de elaboração das estratégias pode ser representado pela arte de observar com novos olhos as chances de criar valor para os clientes.

De acordo com VANTAGEM (2003), a vantagem competitiva está relacionada ao atendimento correto das necessidades dos clientes e que, em vez de uma empresa copiar o que os concorrentes estão fazendo, ou mesmo, antes de ir para a guerra direta contra os concorrentes, tal empresa deve analisar o que o cliente quer.

As diferentes origens para vantagem competitiva sustentável encaminham as empresas para diferentes estágios de eficiência. Estas origens são reflexos das formas e condições de gestão empresarial sustentadas por seus membros e pela influência do ambiente empresarial ao qual estas empresas pertencem. As estratégias valiosas que não podem ser plenamente copiadas pelos concorrentes, por causa das barreiras que dificultam sua imitação por um longo período de tempo, apresentam-se para direcionar as empresas para uma vantagem competitiva sustentável, VANTAGEM (2003).

No âmbito de um empreendimento, ou mais especificamente de uma obra, o termo estratégia pode ser utilizado para caracterizar o melhor percurso que deve ser percorrido para que a obra atinja aos objetivos estabelecidos.

Assim, pode-se conceituar estratégia de produção, segundo BRUSTEIN; BUZZINI (1998) como sendo as decisões estruturais e infra-estruturais, que abrangem objetivos de longo prazo, existindo um envolvimento de padrões de decisões relacionados às principais categorias de um processo de produção, direcionando, por exemplo, às dimensões competitivas de como atingir os níveis de qualidade, serviço e flexibilidade que influenciarão nas decisões já tomadas.

A utilização de estratégias de produção / execução previamente estabelecidas, que não dependem do conhecimento prévio do engenheiro ou do mestre de obras envolve mudanças conceituais quanto à disponibilidade dos projetos. A compatibilização entre os projetos deve ser efetuada com antecedência suficiente para que as contratações dos serviços possam ser realizadas com tempo suficiente para a ocorrência de negociações vantajosas à empresa construtora, no que se refere a preço e prazos de pagamento, além da efetiva utilização dos produtos gerados pelo processo de planejamento.

Para isso, através do planejamento são geradas as mais variadas informações quanto ao gerenciamento do empreendimento, como cronogramas macros, que mostram a situação da obra como um todo, com as interferências existentes entre torre e periferia. Por exemplo, cronogramas consolidados de determinados serviços para que sejam vinculados aos contratos dos subempreiteiros de mão-de-obra, assim como datas para que as contratações sejam realizadas e as datas de início dos serviços a serem contratados.

De acordo com VALLE apud SACOMANO; GUERRINI (1998)², todo aumento de competitividade depende da modernização das unidades de produção segundo três dimensões: tecnológica, estratégica e cultural:

- **Integração computadorizada:** a empresa responde facilmente à nova heterogeneidade dos mercados, pois ela está associada a um aumento de flexibilidade frente a variações de volume e de variedade;

² VALLE, R. Tecnologia, estratégia, cultura técnica: três dimensões para a modernização da indústria brasileira. Rio de Janeiro: Ed. LCNPA – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1991.

- **Estratégia de produção:** compatibilização e condicionamento mútuo entre sua estratégia de mercado e as características de seu aparelho produtivo. As decisões estruturais e táticas envolvidas devem estar articuladas e a estratégia de produção deve ser traçada em função de uma determinada estratégia de negócio;
- **Cultura técnica:** para atingir todos os níveis da empresa, a cultura técnica deve seguir os seguintes princípios: valorizar a função Produção, garantindo a sua homogeneidade com a função Projeto, tornando-a assim relativamente autônoma; apoiar-se num pessoal bem qualificado e com participação legitimada; consolidar-se progressivamente através de medidas de formação contínua e da estabilidade do pessoal de produção.

De acordo com SLACK apud BARROS NETO (1996)³, existem alguns critérios, a partir dos quais a produção pode contribuir para a competitividade da organização: custo, qualidade, confiabilidade na entrega e flexibilidade. Além desses, existe o critério de “*inovatividade*” que diz respeito à capacidade da empresa de manter-se sempre inovando, ou seja, oferecendo continuamente novos produtos ao mercado. Tais critérios podem ser relacionados com estratégias de baixo custo (competição em preço) e diferenciação, onde o critério custo pode ser encaixado na estratégia genérica de baixo custo e o restante pode ser relacionado à estratégia genérica de diferenciação.

O planejamento da produção está intimamente relacionado com o planejamento estratégico empresarial. Ainda, segundo BARROS NETO (2002), a estratégia empresarial pode ser dividida segundo suas cinco grandes características: planejamento, padrão, estratégia, posicionamento e perspectiva. Esses itens são considerados complementares entre si e devem ser estudados de forma inter-relacionada. No entanto, os dois fatores mais importantes para esse autor são: planejamento, que determina o conjunto das ações planejadas de acordo com uma situação particular; e padrão, que surge de uma seqüência ou cadeia de ações padronizadas e baseadas em um cenário consistente de comportamento dentro das organizações.

³ SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura:** Atingindo Competitividade nas Operações Industriais, São Paulo: Atlas, 1993.

Para MOHAMED; McCOWAN (2001), os principais fatores monetários que devem ser considerados na análise do empreendimento são: primários (projeto, material, mão-de-obra e custos de construção) e os custos de manutenção desses pagamentos (rendimento, pagamento de empréstimos, custos de operação). Os fatores não monetários são: políticos, ambientais, sociais, tecnológicos e estratégicos. A análise integrada desses fatores é uma ferramenta potencial para o sucesso do planejamento e tomada de decisões que auxiliem na definição da estratégia de produção mais adequada.

Ainda de acordo com estes autores, considerando a possibilidade de investimentos financeiros, é necessária uma sistemática avaliação das necessidades dos custos de um empreendimento. Para isso, pode ser criado um modelo de fluxograma de decisões de investimento de um projeto que contenha uma identificação dos fatores não monetários, pois essa identificação é muito importante e deve ser utilizada.

2.3. Planejamento e controle da produção / execução

As estratégias são representadas pelo planejamento da produção porque este deve gerar informações (cronogramas, gráficos e relatórios) para que se alcance eficiência na execução. Além disso, é capaz de desenvolver dentro das empresas o conhecimento e a mentalidade para sistematização da gestão da estratégia escolhida. Dessa forma, o conhecimento das forças dominantes no mercado concorrente e a correta definição do planejamento da execução do edifício são informações que decorrem da estratégia adotada.

Pode-se considerar que o planejamento da execução desempenha papel fundamental também para a distribuição de custos de um empreendimento, pois gera dados que orientarão o balanceamento entre a expectativa do planejamento estratégico e os custos necessários de concretização da obra. Pode-se considerar diretrizes e metas de produção que possibilitem postergar custos sem prejudicar o prazo de execução das obras, resultando em melhores índices de rentabilidade e de desembolso.

Outra análise diz respeito à gestão da qualidade em todas as fases do empreendimento. Para a execução, devem ser desenvolvidas formas de gerenciamento que simplifiquem e mantenham constantemente o controle da qualidade de materiais, componentes, serviços, fornecedores, projetos, etc..

De acordo com FORMOSO (1999), o conceito de planejamento como processo pode ser compreendido através do modelo apresentado na Figura 1 a seguir, segundo o qual o planejamento é subdividido em cinco etapas principais, a saber:

- **Preparação do processo de planejamento:** Definição de procedimentos e padrões (principais envolvidos, níveis hierárquicos, grau de detalhamento, ferramentas e técnicas, Work Breakdown Structure (WBS), restrições físicas de insumos, fluxo de materiais e trabalhos, etc.);
- **Coleta de informações:** Envolve a obtenção de dados, seu processamento e análise (geração de informações);
- **Elaboração dos planos:** Geração do plano inicial e atualização ao longo da obra (ações corretivas para solução de problemas e emprego de técnicas de planejamento);
- **Difusão das informações:** Apresentadas em formatos e períodos diferentes, entre os usuários do planejamento; e
- **Avaliação do processo:** Avaliação final ou parcial do processo, de forma a melhorar o desempenho do planejamento e do controle, através de indicadores.

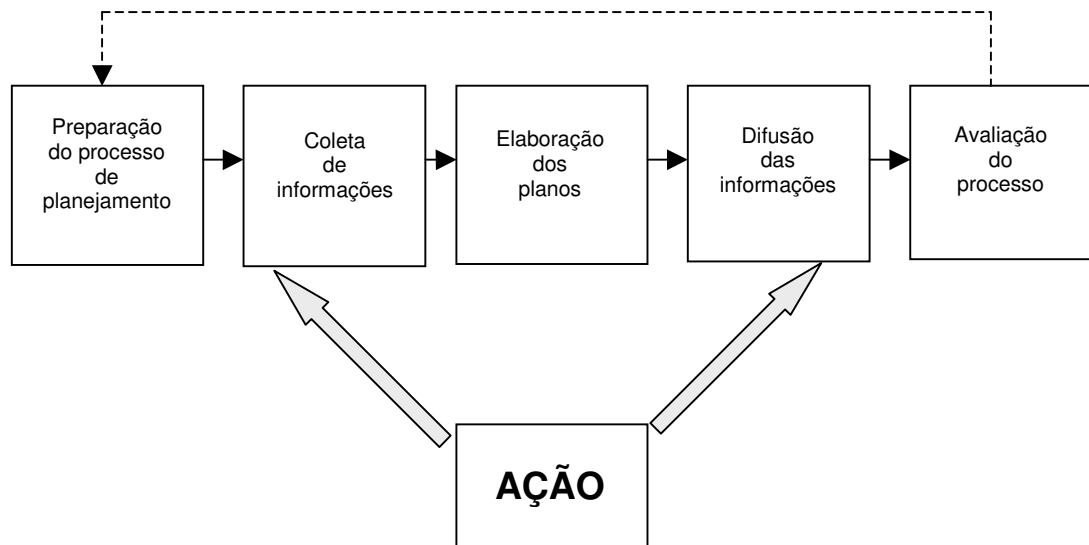


FIGURA 1: CICLO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE (FORMOSO, 1999).

Ainda de acordo com FORMOSO (1999), em função da complexidade típica de empreendimentos de construção e da variabilidade de seus processos existe, em geral, a necessidade de dividir o planejamento e controle da produção em diferentes níveis hierárquicos. Em linhas gerais, podem ser definidos três grandes níveis hierárquicos de gestão de processos:

- **Estratégico:** refere-se à definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente. Envolve o estabelecimento de algumas estratégias para atingir os objetivos do empreendimento, tais como a definição do prazo da obra, fontes de financiamento e parcerias.
- **Tático:** envolve, principalmente, a seleção e a aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento (por exemplo: tecnologia, materiais, mão-de-obra, etc.), e a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos.
- **Operacional:** relacionado, principalmente, à definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momento de execução.

Dentro de cada nível hierárquico, pode haver a necessidade de se subdividir em outros níveis, dependendo da natureza do empreendimento. Cada um destes níveis requer informações em um nível de detalhamento adequado ao seu destinatário. Se as informações são excessivamente detalhadas, o tomador de decisão tem dificuldade em compreendê-las, podendo gastar muito tempo assimilando-as e atualizando-as. Outra análise diz respeito a quando o plano é gerado sem o nível de detalhe necessário, atrapalhando conseqüentemente sua utilização e sua função básica de orientação à execução.

A Figura 2 a seguir, apresenta o modelo de processo de planejamento adaptado à necessidade de hierarquização dos processos gerenciais. As etapas de preparação e de avaliação do processo produtivo global, em geral, são comuns a todos os níveis gerenciais. Elas ocorrem tipicamente no início e ao final do empreendimento, mas também podem ser realizadas ao longo do mesmo, em função de avaliações intermediárias do processo de planejamento e controle. As etapas de coleta de informações, preparação do plano e difusão de informações, por sua vez, ocorrem em diferentes níveis gerenciais, possuindo características próprias quanto à periodicidade, participação dos intervenientes, técnicas utilizadas, etc. Para cada nível hierárquico, devem ser definidos os principais intervenientes, as entradas e as saídas de dados, o nível de detalhe e as ferramentas utilizadas para a geração de planos.

Ainda segundo FORMOSO (1999), o planejamento estratégico do empreendimento não faz parte do processo de planejamento e controle da produção propriamente dito, estando muito mais vinculado às etapas iniciais do processo de projeto. Entretanto, esse processo gera informações de grande importância para o planejamento a nível tático, como alguns marcos (milestones) importantes do processo de produção, como datas de início da obra, de conclusão da estrutura e de entrega das unidades residenciais.

A preparação de todo processo envolve tanto a definição de procedimentos e padrões do processo de planejamento e controle, como também algumas decisões iniciais relativas ao processo de produção. Por exemplo, uma das principais informações necessárias para a realização desta etapa de planejamento e controle é originária de outros processos da empresa, tal como o planejamento estratégico.

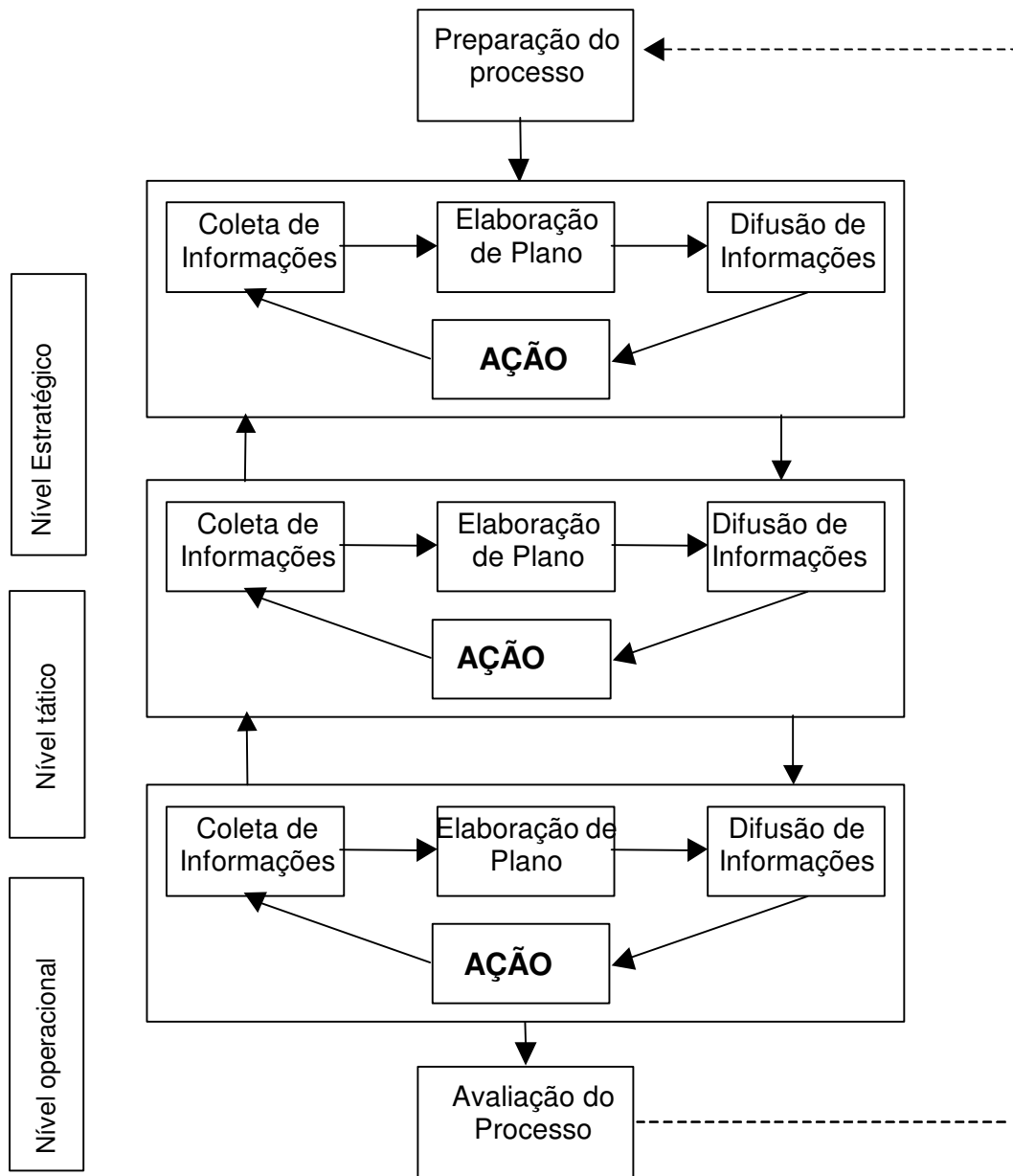


FIGURA 2: MODELO DE PROCESSO DE PLANEJAMENTO ADAPTADO À NECESSIDADE DE HIERARQUIZAÇÃO (FORMOSO, 1999).

2.4. Particularidades da indústria da construção civil

A organização da seqüência lógica de serviços dentro de uma construção corresponde à maneira de construir de uma determinada empresa. A construção de um edifício envolve uma complexa interação entre pessoas, equipamentos e materiais. Respeitando as seqüências tecnológicas, os vários membros da equipe podem agir com algumas restrições em suas ações, devido à presença e ações dos demais num mesmo local ao mesmo tempo, por exemplo. A flexibilidade das seqüências pode variar devido às restrições, tais como: o custo da construção, prazo e risco.

Esta interação contribui como um dos fatores para a determinação da seqüência de serviços. Os serviços normalmente representam ações de diferentes integrantes da equipe. Os subcontratados podem ser introduzidos no contexto da seqüência em questão.

A utilização de tecnologias racionalizadas possibilita a necessária flexibilidade dos processos construtivos que possibilitem tanto a redução quanto a postergação de custos de execução, com vistas a atingir a redução dos custos diretos e financeiros e ampliar a oferta de produtos.

Seqüência tecnológica é a ordem em que os serviços devem ser executados, respeitando-se os tempos de esperas necessários entre a finalização da execução de um serviço e início do seu sucessor, para que no futuro não haja necessidade de manutenções causadas por patologias.

Segundo ASSUMPÇÃO (1996), a seqüência tecnológica é definida durante o processo de programação. A representação desta seqüência é feita através de técnicas de programação, propiciando a construção de modelos que representem o processo construtivo e que possibilitem avaliar o comportamento da obra para algumas de suas variáveis e produção (custos, prazos e recursos). Após a construção destes modelos pode-se simular situações de produção, gerando diferentes alternativas para análise. Isso significa definir o que deve ser feito primeiro, o que pode ser feito em paralelo, que serviços devem estar concluídos para que possam ser executados os subseqüentes, qual o tipo de dependência entre os serviços, quais as defasagens entre inícios e términos de serviços dependentes, etc.

De acordo com BARBOSA; SERRA (2002), para um melhor entendimento do planejamento, um dos primeiros procedimentos a ser realizado é a identificação das etapas, serviços, atividades e tarefas necessárias para a execução da obra. Esses podem ser subdivididos em:

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

Essa conceituação proposta pode ser observada abaixo, na Figura 3.

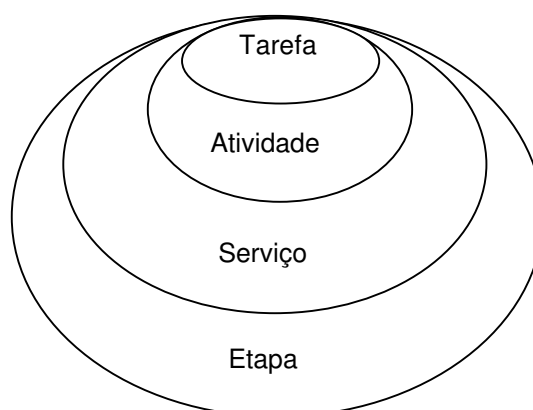


FIGURA 3: CONCEITUAÇÃO DE ETAPA, SERVIÇO, ATIVIDADE E TAREFA, NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DA OBRA (BARBOSA; SERRA, 2002).

Para JAAFARI (2001), o planejamento do empreendimento está sujeito a incertezas devido principalmente a três fatores: condicionantes externos, a pobre definição dos objetivos do negócio e a precária utilização dos métodos de planejamento. Neste contexto, o tempo de ciclo não significa o tempo necessário pra execução de determinado serviço, utilizado na programação de obra, mas sim um completo entendimento dos fatores que influenciam no processo, entendido como um círculo que precisa ser fechado. Por isso, esse autor sugere que o empreendimento seja administrado segundo dois ciclos principais.

- **tempo de ciclo das funções objetivas (LCOF: *life cycle objective functions*):** conjunto de objetivos estratégicos para a realização do empreendimento, tais como: financeiro (cronograma de desembolso da obra, relação custo / preço, etc.), satisfação do cliente (qualidade, segurança, operacionalidade, etc.) e sustentabilidade ambiental da obra;
- **tempo de ciclo do gerenciamento de um empreendimento (LCPM: *life cycle project management*):** determinação da evolução e planejamento de todas as atividades, em tempo real, com registro e integração das informações geradas para todos os participantes do empreendimento.

Dessa forma, esse autor menciona que os riscos e incertezas do gerenciamento podem ser minimizados, se conduzidos de forma dinâmica e a equipe principal busque soluções criativas que satisfaçam os conflitos existentes. Com o empenho da equipe em planejar e comunicar qual são os principais alvos do LCPM, o que se observa é a melhoria no todo, pois todas as partes envolvidas tentam assegurar o sucesso do projeto, na chamada sensibilidade LCOF para atrasos.

Um típico risco de gerenciamento de um empreendimento é o fato do mesmo não ser executado conforme o programado, com conseqüente probabilidade de que o projeto ultrapasse a sua duração programada. A solução convencional, nesses casos é a imposição de uma garantia contratual por parte do contratante de que a equipe técnica fará a liquidação dos prejuízos por atrasos. Para JAAFARI (2001), a deficiência desse tipo de solução é que eventuais erros de abordagem podem ser acobertados e esquecidos em papéis e, por isso, não são atacados. O correto seria um melhor empenho na programação da obra e uma

tentativa de conscientização de todos os agentes envolvidos no empreendimento sobre os riscos de um atraso.

A possibilidade criada através da utilização, do domínio e do efetivo controle e gerenciamento de uma obra faz com que se possa postergar os desembolsos, fazendo com que os últimos meses de execução seja o período em que ocorram os maiores desembolsos.

Tal situação favorece o caixa do empreendimento, principalmente no caso do empreendimento imobiliário com vendas a partir do lançamento.

O planejamento deve ser um instrumento de viabilização da obra. Conforme ROSSO (1990), "*o planejamento é o instrumento de integração entre a concepção e a produção*", determinando a sua viabilidade técnica, econômica e administrativa, bem como visualizando todas as atividades da construção, ou seja, identificando cada fase com as suas respectivas atividades, procurando antecipar, analisar, definir e conceber abstratamente para que ao ser colocado em prática, possa ser dominado.

Assim, apesar de existirem as diversas maneiras e processos para se executar uma obra e seus serviços, deve-se procurar a mais adequada tendo em vista os fatores específicos a cada situação. As vantagens estão relacionadas aos custos, aos prazos, à disponibilidade dos recursos, à segurança e à qualidade dos serviços. Eventualmente, constata-se uma maior facilidade de execução dos trabalhos.

De acordo com NEVES (1998), o planejamento é iniciado com um projeto bem definido e detalhado através de um memorial descritivo, com as especificações de acabamento e normas de execução. Entretanto, para o planejamento ser eficiente é preciso que ele seja capaz de detectar desvio e permitir correções rápidas.

A construção dos modelos e a simulação de estratégias de execução são viabilizadas pelo uso de técnicas de programação: gráficos de barra, rede de precedência, técnicas de orçamentação, etc., que geram informações na forma de orçamentos, cronogramas, histogramas e gráficos, para serem utilizadas pelos diferentes setores da empresa.

Vários autores defendem diversas técnicas de programação de acordo com a complexidade do empreendimento e facilidade de controle da execução dos serviços. A seguir estão relacionadas algumas técnicas de programação que podem ser utilizadas para viabilização das obras de edifícios.

2.5. Técnicas de planejamento e programação

Nas últimas décadas foram desenvolvidas várias técnicas de planejamento e programação utilizáveis não somente no subsetor edificações da construção civil, como também nos demais subsetores da indústria da construção. São comumente aplicadas em vários outros setores industriais.

2.5.1. WBS - Work Breakdown Structure

De acordo com ASSUMPÇÃO (1999), um instrumento de apoio à programação de obras é o WBS - *Work Breakdown Structure* – cujo conceito foi desenvolvido para a análise de empreendimentos, englobando as etapas de concepção, projeto e construção. Este procedimento, que antecede à programação, estabelece regras para análise do empreendimento / obra, dividindo-a em subsistemas que caracterizam suas etapas, serviços, atividades e tarefas, definindo uma estrutura analítica que é utilizada por todos os setores e elementos da empresa envolvidos em sua realização.

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

Esta técnica apresenta-se, portanto, não só como um instrumento de apoio à programação, mas também como uma ferramenta auxiliar para a organização e administração do empreendimento.

A utilização do WBS para identificação das atividades ou serviços possibilita a seleção e agrupamento das informações dos diferentes níveis de detalhamento, facilitando a operação de programas computacionais na definição e formatação de relatórios.

A utilização do WBS possibilita, segundo ASSUMPÇÃO (1999):

- Auxiliar na compreensão do escopo do empreendimento ou obra (conhecer o todo através de suas partes ou subsistemas);
- Definir matriz de responsabilidades (atribuir responsabilidades para os diferentes níveis de decisão);
- Auxiliar na organização e administração do empreendimento (permite estabelecer uma linguagem comum sobre a divisão e estrutura de responsabilidades, que é utilizada por todos os setores da organização);
- Preparar a lista de atividades e serviços para a programação e controle do empreendimento ou obra.

2.5.2. Redes de precedência

Uma vez definidas as atividades do projeto⁴ e suas respectivas durações, deve-se empreender a montagem destas atividades em uma seqüência cronológica, de maneira racional, exeqüível e eficiente, de forma a dispô-las na melhor ordem para o projeto. Esta montagem deve obedecer às restrições de precedência, conflito de recursos, fluxos de recursos e janelas de oportunidades. A esta seqüência, com a utilização de restrições por precedências, chama-se de rede de precedência.

Segundo ECHEVERRY (1991), é a partir da utilização de redes de precedência que se dá a obtenção de um planejamento lógico e que, seguindo um estudo de seqüência de execução de serviços, se dá a justificativa para que se obtenha uma programação dentro da expectativa de qualidade de execução e utilização dos recursos sem que haja desperdício de materiais e mão-de-obra. Para

⁴ Projeto aqui deve ser entendido no seu contexto mais amplo – projeto como Empreendimento, ou, no caso da produção, da obra em si.

este estudo, este autor examinou diversos cronogramas de diferentes obras e identificou algumas relações básicas entre serviços dentro de uma construção que determina uma seqüência de serviços.

Através da utilização de redes de precedência, pode-se identificar o caminho crítico da obra, e assim cria-se a possibilidade de prevenir possíveis fatores que podem acarretar atraso do empreendimento. Acredita-se que a representação gráfica mais eficiente é através de gráficos de GANTT, como é demonstrado a seguir na Figura 4, cujo caminho crítico é mostrado na cor vermelha.

Segundo BORCHERDING; FISK (1979), o motivo para a viabilização do planejamento da produção é a possibilidade de detalhamento e ajuste nas barras gráficas para mostrar as sabidas restrições de cada uma em relação às demais barras. Com isso, espera-se propor soluções e regras para as revisões do planejamento e para a duração de tempo, “quebrar” cada ação para uma análise detalhada da rede, procurar acompanhar e monitorar constantemente e inserir comentários sobre o progresso do planejamento. Obtém-se assim, uma visão total do planejamento da obra através de uma análise de rede CPM do projeto e da construção.

Neste trabalho, para a melhor interpretação dos cronogramas foram utilizadas as seguintes cores, a saber: **[i]** vermelho para os serviços que fazem parte do caminho crítico; e **[ii]** verde para serviços que não fazem parte do caminho crítico do cronograma físico, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL SIMPLIFICADA								
			MESES					
Fases	Início	Fim	março	abril	maio	junho	julho	agosto
Elaboração do Contrato	01/mar	30/mar						
		08/abr						
Assinatura do Contrato	04/abr	04/abr						
		09/abr						
Financiamento de Seguro	04/abr	10/abr						
		09/abr						
Autorizações	04/abr	17/abr						
		09/abr						
Obra	10/abr	28/jun						
		01/mai						
Instalações Hidráulicas	28/jun	20/jul						
		07/jun						
Instalações Elétricas	28/jun	20/jul						
		07/jun						
Telhado	20/jul	10/ago						
		09/jul						
Recebimento da Obra	10/ago	10/ago						
		05/ago						
LEGENDA			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Serviços previstos Serviços realizados </div>					

FIGURA 4: EXEMPLO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ATRAVÉS DE DIAGRAMA DE GANTT.

2.5.3. Linha de Balanço (LoB)

De acordo com HEINECK (2004), Linha de Balanço é uma técnica de planejamento que considera o caráter repetitivo das atividades de uma edificação. Por ser uma técnica eminentemente gráfica (visual) torna-se um valioso aliado nas comunicações em obra. Por meio da Linha de Balanço (*Line of Balance* - LoB), o engenheiro da obra passa a ter uma visão mais simples e direta da execução dos serviços. A LoB serve como ferramenta de apoio na melhoria da produtividade e qualidade nos canteiros.

A Linha de Balanço associa o serviço ao local onde ele será executado. Também chamada de Diagrama Espaço-Tempo, são colocados no eixo vertical os locais de execução, ou seja, os pavimentos ou unidades. No eixo horizontal são colocados os prazos previstos de duração da obra. Assim cada barra contínua representa um serviço, ou atividade da obra, porém deixa de ser horizontal para se ter uma inclinação, que representa o ritmo com que avança o serviço pelos pavimentos.

Dessa forma, a Linha de Balanço é deficiente para mostrar o seqüenciamento dos serviços pelas diversas unidades de repetição da obra. Estas unidades de repetição podem ser os pavimentos ou os apartamentos, por exemplo.

Um exemplo de representação de Linha de Balanço, com as diversas possibilidades de ligações entre os diversos serviços, pode ser observada abaixo, na Figura 5.

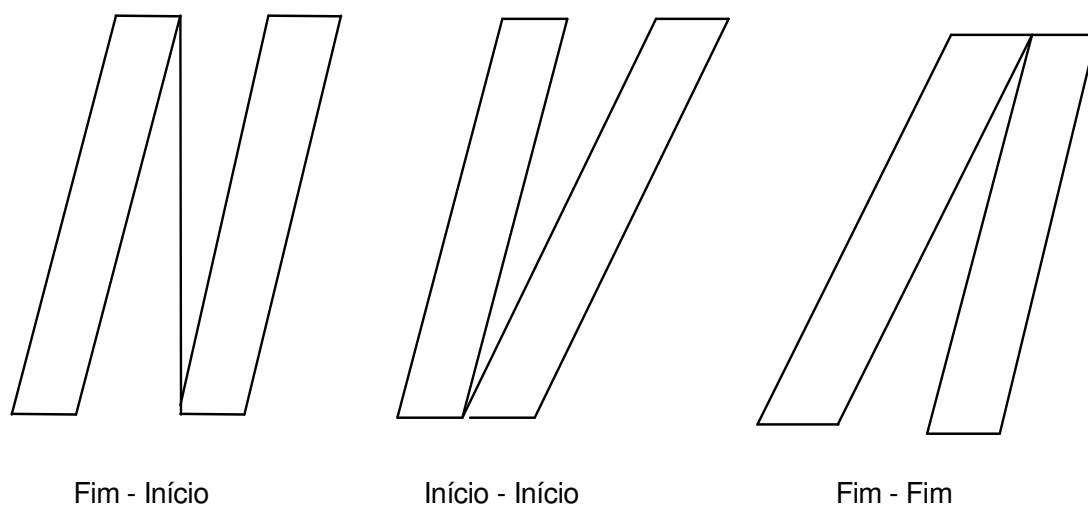


FIGURA 5: EXEMPLO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA ATRAVÉS DE LINHA DE BALANÇO – LOB.

Segundo HEINECK (2004), a LoB é uma técnica simples de aplicação de uma regra matemática que supõe uma produção constante resultando numa relação linear entre o tempo e as unidades de produção concluídas em determinada atividade. A LoB ideal pressupõe que todos os serviços são executados em seqüência, porém numa obra mais complexa, vários serviços podem ser executados em paralelo, o que leva a necessidade de usar também a técnica de rede (como o método do Caminho Crítico - CPM) em conjunto com a LoB. Mesmo assim, segundo este autor, a LoB é a técnica dominante no processo de planejamento e controle de obras menores e menos complexas.

Ainda, segundo HEINECK (2004), para que se possa obter o controle da produção, os gráficos de curvas de produção "realizadas" podem ser traçados

ao lado das previstas, de forma a propiciar a comparação. A diferença entre o número acumulado de unidades de produção concluídas e a quantidade da LoB num determinado instante pode ser chamada de "criticalidade".

A conceituação proposta por HEINECK (2004) considera definir criticalidade como sendo a quantidade de serviço que está diferenciando-se da quantidade de serviço programada para um determinado período, por isso pode ser positiva ou negativa. A criticalidade é positiva quando a obra executa mais serviços que a programação e negativa se executa menos serviços que a programação do período.

A LoB pode ser processada manualmente para poucos serviços. Por exemplo, pode-se aplicá-la no estudo prévio da estratégia da obra onde ao invés dos serviços colocam-se as etapas da obra (Estrutura, Obra Bruta,⁵ Obra Seca,⁶ etc.). Porém para um grande número de serviços sendo executados em paralelo há a necessidade do uso dos microcomputadores. Justamente esse é um dos fatores que motivam o pouco uso da LoB, por que não existe no mercado software específico para LoB. Este problema pode ser contornado utilizando outros programas com algumas simplificações (programas de gerenciamento de projetos como MsProject ou planilhas como Excel).

A montagem da LoB é quase um trabalho artesanal, que com algumas simplificações pode ser apoiado por microcomputador, como frisado anteriormente. Os passos para a aplicação da LoB podem ser, segundo HEINECK (2004):

- Escolher a unidade básica ou os locais onde os serviços serão realizados (peças, apartamento, pavimento, fachada, etc.). Um projeto pode ter unidades básicas diferentes, tornando-o um pouco mais complicado. Como exceção, estão os serviços de fachada que são calculados como uma unidade básica fachada;
- Definir quais serviços serão envolvidos na execução da unidade(s) básica(s) escolhida(s) e suas precedências;

⁵ Obra Bruta caracteriza-se pelo conjunto de serviços executados com a utilização de água, e geralmente artesanalmente (alvenaria, reboco, contrapiso, entre outros).

⁶ Obra Seca caracteriza-se pelo conjunto de serviços que não utilizam água para a sua execução (gesso acartonado, enfição elétrica, entre outros).

- Construir uma rede de atividades (PERT / CPM) para uma unidade básica, se necessário. Quando possível definir os serviços em seqüência, que na prática não significa nenhuma restrição ao modelo da LoB. Definir as equipes de trabalho (homens por equipe) na(s) unidade(s) básica(s) e determinar sua(s) duração(ões);
- Calcular o ritmo para cada uma das atividades, chamado de ritmo natural ou ciclo de execução. Para projetos com poucos serviços e / ou muitas repetições nas unidades, pode-se conseguir um único ritmo, ou ciclo para todas, o que determina o ciclo de entrega das unidades. No caso de edifícios altos isto praticamente não ocorre. O ciclo de execução é o número de unidades, pavimentos, por exemplo, que se deve concluir por semana, ou seu inverso, o número de semanas para concluir cada pavimento;
- O último passo é desenhar as linhas, tendo suas durações (projeção no eixo horizontal do tempo) e ritmos, ou ciclos (inclinação da linha) verificando eventuais cruzamentos. Os cruzamentos não devem ocorrer devido à quebra da seqüência tecnológica. Neste caso, pode-se simplesmente retardar todo o serviço ou diminuir o seu ciclo de execução para não retardar seu término.

Verifica-se que a atualização de um planejamento feito através da utilização da Linha de Balanço não traz total segurança, principalmente se o projeto tiver muitos serviços, já que se trata de um método gráfico e não há ligações em rede. Observa-se que uma pequena falha na atualização de um serviço pode comprometer todo o processo de programação.

2.5.4. Curva S

Segundo ASSUMPÇÃO (1988), a curva S é um instrumento de apoio à programação de obras através de ferramentas computacionais. É uma ferramenta gráfica que possibilita a modelagem de custos e / ou recursos em relação ao tempo, através de um gráfico cartesiano, em que o eixo x representa o progresso do projeto (obra) e o eixo y, o consumo acumulado de recursos, ou o custo acumulado, ou ainda os índices de execução atingidos pela obra.

Quando a modelagem de tempos é feita através de redes de precedência, pode-se obter dois desenvolvimentos para a Curva S, que representam:

- Uma curva de custos (ou recursos, ou índices) das atividades programadas para seu início “cedo”;
- Uma curva de custos (ou recursos, ou índices) das atividades programadas para seu início “tarde”.

ASSUMPÇÃO (1988) segue afirmando que estas curvas são obtidas mais facilmente quando se utilizam na programação softwares que dispõem da opção de programação com datas “mais cedo possível” (“ASAP” – *as soon as possible*) e “mais tarde possível” (“ALAP” – *as late as possible*), permitindo que as informações sejam geradas segundo estas duas possibilidades de datas.

2.5.5. Planejamento linear (*Linear Scheduling Model - LSM*)

Segundo HARMELINK; ROWINGS (1998), existem vários estudos avançados sobre a aplicação computacional do método CPM (Método do Caminho Crítico) na construção. Estas aplicações fornecem um rico cenário de capacidades como recursos e alocação de custos, relatórios de progresso, e planejamento de atualização, mais a geração de múltiplos relatórios e gráficos.

O planejamento linear pode ser considerado como uma técnica visual, faltando apenas as qualidades analíticas do planejamento CPM. Ou seja, no planejamento linear existe a impossibilidade de determinação do caminho crítico. Esta é a razão para a sua pequena aplicação.

O planejamento linear é visto essencialmente como uma técnica gráfica que não é facilmente adaptada aos modelos computacionais, como é mostrada a seguir na Figura 6.

No centro de um modelo de rede, baseado em métodos de planejamento está a habilidade de determinar o caminho crítico. Este “crítico” identifica aquelas atividades que, se sua duração muda, o projeto inteiro muda.

Para o planejamento linear ser aceito como uma ferramenta de planejamento e gerenciamento de projetos, ele pode apenas determinar um cenário de controle das atividades. Para competir, na indústria da construção, o planejamento linear pode ser o fornecedor de cenários semelhantes de atividades críticas e como aquelas calculadas pelo método do caminho crítico (CPM).

Assim, esses autores desenvolveram um método de planejamento linear (LSM) para fornecer um plano de capacidade analítica para processos de planejamento. Este modelo identifica um cenário de atividades controladas.

O controle da trajetória da atividade é definido como um caminho contínuo de longa duração através do projeto e define a seqüência de atividades que poderá ser completada como planejada para terminar o projeto com a duração planejada.

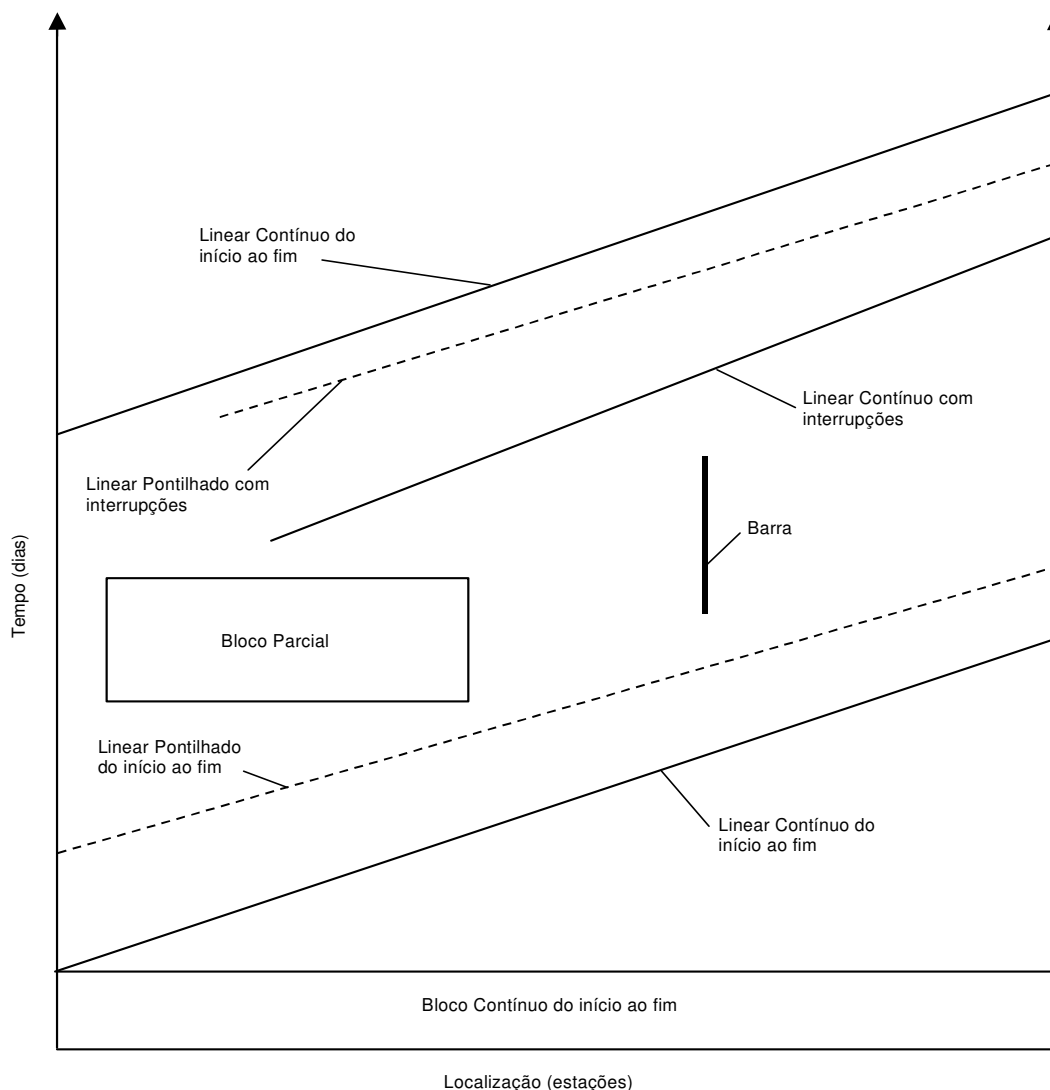


FIGURA 6: TIPOS DE ATIVIDADES UTILIZADAS NUMA PROGRAMAÇÃO LINEAR - LSM (HARMELINK; ROWINGS, 1998).

Percebe-se através do estudo das várias técnicas de programação analíticas destacam-se perante as gráficas. Através de estudos prévios dos empreendimentos pode-se viabilizar o seu desenvolvimento físico e financeiro no decorrer do seu tempo de execução, auxiliando na informatização e racionalização das construções.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA OBRAS DE EDIFÍCIOS: CONCEITOS E CARACTERIZAÇÃO

Este capítulo tem como objetivo conceituar e caracterizar os sistemas construtivos que serão objeto dos estudos de caso. Esta conceituação e a caracterização dos sistemas, que serão apresentados, é necessária face à importância que a escolha do sistema construtivo tem perante o negócio imobiliário.

A escolha do sistema construtivo interfere tanto em aspectos mercadológicos e culturais⁷, quanto nos aspectos técnicos, no que tange a prazos, custos e estratégias de execução e, nos resultados do empreendimento, face às possibilidades que um sistema construtivo traz, para adequar o fluxo de caixa do empreendimento.

Assim sendo, a escolha do sistema construtivo mais conveniente ao que se espera do “negócio” é um fator de grande importância para a obtenção do seu sucesso.

Neste terceiro capítulo contextualiza-se a pesquisa para o ambiente da construção civil, mais especificamente, o subsetor de edificações, onde atuam as empresas objeto deste estudo.

⁷ É comum encontrar no meio técnico e empresarial, restrições ao uso de determinadas tecnologias por considerar que as mesmas não serão bem aceitas pelos clientes. Instalações aparentes e o uso de vedação com gesso acartonado são apenas alguns exemplos de tecnologias que, muitas vezes, são criticadas sem fundamentos.

3.1. Conceito de sistema e processo construtivo

Para conceituar as terminologias utilizadas neste trabalho é importante partir de dois conceitos básicos apresentados por ROSSO (1990) referentes à edificação / produto e edificação / processo. Estes conceitos tratam a edificação de forma estática e setorizada:

- **Edificação / produto** é a definição dos requisitos do produto como um todo e dos seus componentes intermediários.
- **Edificação / processo** é a visualização da edificação enquanto processo que se inicia ainda na fase de concepção, no detalhamento, na análise dos componentes, na sua fabricação, na sua associação e continua na fase de utilização, com observação, interpretação dos comportamentos do produto, do seu desempenho no uso, para através da retro-alimentação do processo, otimizar sua qualidade.

Na bibliografia estudada observou-se que existem várias abordagens conceituais sobre sistemas e ou processos construtivos, bem como diferentes abordagens sobre termos correlatos, tais como: subsistema construtivo, componentes construtivos, e elementos construtivos, e desta forma, adota-se nesta pesquisa a seguinte definição:

1. **Sistema construtivo** é um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes e inter-relacionados, SABBATINI (1989).

Observa-se aqui que este conceito de sistema construtivo não considera como sistemas construtivos, processos que não tenham elevados níveis de industrialização e organização, tais como os sistemas artesanais que utilizam blocos cerâmicos, concreto moldado “in loco”, taipa, madeira, entre outras, já que estes não possuem elevado grau de industrialização.

2. **Subsistema construtivo** é o conjunto de elementos e componentes que possui uma função definida dentro de um sistema construtivo (por exemplo, subsistema estrutura, subsistema vedações, coberturas, instalações, entre outros), SABBATINI (1989).

3. **Componente construtivo** é a composição de elementos que definem partes constituintes de um subsistema construtivo, SABBATINI (1989).
4. **Elemento construtivo** é a parte integrante de um sistema construtivo que pode ter uma função definida isoladamente dentro do subsistema construtivo ou ser parte integrante de um componente de construtivo, SABBATINI (1989).
5. **Tecnologia** é o conjunto de técnicas, equipamentos, e instalações, isto é, os meios que permitem transformar insumos em produtos, ou seja, a matéria-prima em edificações, ROSSO (1990).

Quanto à divisão do “processo” apresentam-se as seguintes definições:

1. **Racionalização construtiva**, segundo FRANCO (1992), consiste em uma melhor utilização dos insumos, ou seja, otimização dos recursos materiais, humanos, organizacionais, tecnológicos e financeiros que influenciam no processo produtivo, visando a obtenção de um maior índice de produtividade e a minimização de custos e prazos, sem com isso diminuir a qualidade final do objeto.
2. **Método de trabalho** segundo SABBATINI (1989), é o modo como um determinado operário (trabalhador) insere no seu agir cotidiano, apresentando características próprias exercendo suas atividades sobre o objeto de trabalho, visando a produção.
3. **Processo de trabalho**, ainda segundo SABBATINI (1989), pode ser entendido como o conjunto de todas as ações, dentro de uma mesma tecnologia, que promove modificações no meio ou produza um trabalho. Quando se deseja caracterizar um específico processo construtivo, deve-se caracterizar o conjunto de métodos empregados para a produção da estrutura e das vedações, os elementos que definem a “fronteira” do edifício e do meio externo e também sua estabilidade.
4. **Processo construtivo**, segundo FRANCO (1992), é caracterizado por um conjunto de métodos na execução da estrutura e das vedações de uma determinada edificação. Já para MARTUCCI (1990), processo construtivo

nada mais é do que o processo que define as formas e as capacidades técnicas e econômicas de se construir. Portanto, os processos construtivos estabelecem tipologicamente as tecnologias a serem aplicadas, fazendo com que, por sua vez, nos projetos, surjam os sistemas construtivos. Já os sistemas construtivos podem ser divididos em subsistemas, os quais são definidos segundo suas respectivas características e funções técnicas em relação ao edifício e ao sistema construtivo como um todo.

5. Produtividade da construção civil, segundo ROSSO (1990), é a relação entre produtos e insumos, sendo que quanto maior esse índice, melhor é considerado o rendimento do processo. Em outras palavras pode-se conceituar que a produtividade é o grau de aplicação ou “entradas” em um processo construtivo (por exemplo, materiais, mão-de-obra, equipamentos), com a finalidade de obter um determinado produto, (por exemplo, uma edificação).

Neste trabalho serão utilizados termos como “obra bruta”, “obra seca”, “obra fina”, cujos conceitos estão relacionados a seguir:

- A etapa de **obra bruta** caracteriza-se pelo conjunto de serviços de moldagem e conformação do edifício, em geral caracterizadas pelo uso intensivo de mão-de-obra, onde se manipulam argamassas, concretos, blocos de vedação, gesso em pasta, água, etc. Enfim, serviços efetivamente mais “brutos”, tais como: estrutura, alvenaria, emboço em paredes, contrapiso, ou seja, de uma forma mais genérica, os serviços considerados mais “sujos” de uma obra.
- A etapa de **obra seca**, caracterizada pelo conjunto de serviços que não utilizam água para sua execução, caracteriza-se pela execução dos serviços relacionados com os painéis de vedação, em gesso acartonado e enfição elétrica. Por exemplo, as instalações elétricas utilizam eletrodutos flexíveis, enquanto as hidráulicas são executadas com a utilização do sistema de “pex”, ambos embutidos no gesso acartonado das paredes e entre-forros. Internamente, o tratamento em eventuais imperfeições e / ou nos furos deixados pelas fôrmas é efetuado com massa de cimento, ficando pronta para a aplicação da massa PVA e posterior pintura final.

- A etapa de **obra fina** consiste na execução dos serviços de acabamento da edificação, desde o assentamento de azulejo até a revisão final e entrega das unidades.

Verifica-se que com estas definições pode-se contextualizar de forma mais segura e objetiva as soluções de planejamento e as estratégias de execução. Com isso, consegue-se simular diferentes situações, para que exista uma programação mais segura quanto aos riscos de atraso da obra. Por exemplo, pode-se inserir folgas internas na etapa de obra fina, para que possíveis fatores externos, alheios às possibilidades de intervenção da equipe técnica da obra, possam ser sanados sem que os serviços subseqüentes sejam prejudicados. Essa possibilidade de ocorrências externas sucede devido principalmente à possibilidade do adquirente da unidade autônoma solicitar alterações de arquitetura ou instalações.

3.2. As particularidades das obras de edifícios verticais

As obras de edifícios verticais caracterizam-se por terem ciclos de repetitividade de sua execução, não existentes em obras com outras características físicas.

Um mesmo edifício vertical pode ser construído de diferentes formas, dependendo da estratégia de execução a ser adotada. Define-se como “plano de ataque” a estratégia que será utilizada no que se refere à execução dos vários subsistemas existentes, considerando as restrições tecnológicas que não podem ser alteradas. Por exemplo, a execução das etapas de estrutura, obra bruta e obra fina, podem ser realizadas de forma seqüencial ou com alguma simultaneidade (quando um serviço se inicia, sem que outro tenha sido finalizado). Dentro dessas restrições tecnológicas, existe a possibilidade de alteração da seqüência dos serviços, com alternativa de modificação também das ordens nas trajetórias das atividades.

Para que se tenha um melhor entendimento dessas particularidades, de acordo com ASSUMPÇÃO (1999), uma obra de construção civil caracteriza-se por dois grandes subsistemas de produção, a saber: **[i]** subsistema da torre,

ilustrado na Figura 7, abaixo, onde os serviços se desenvolvem na vertical, de pavimento em pavimento; e **[ii]** subsistema da periferia, ilustrado na Figura 8, a seguir, onde os serviços se desenvolvem na horizontal, com as equipes se deslocando de trecho para trecho. Isso significa que estes subsistemas podem ser executados de forma simultânea ou seqüencial, considerando as especificações de cada empreendimento e seu planejamento estratégico.

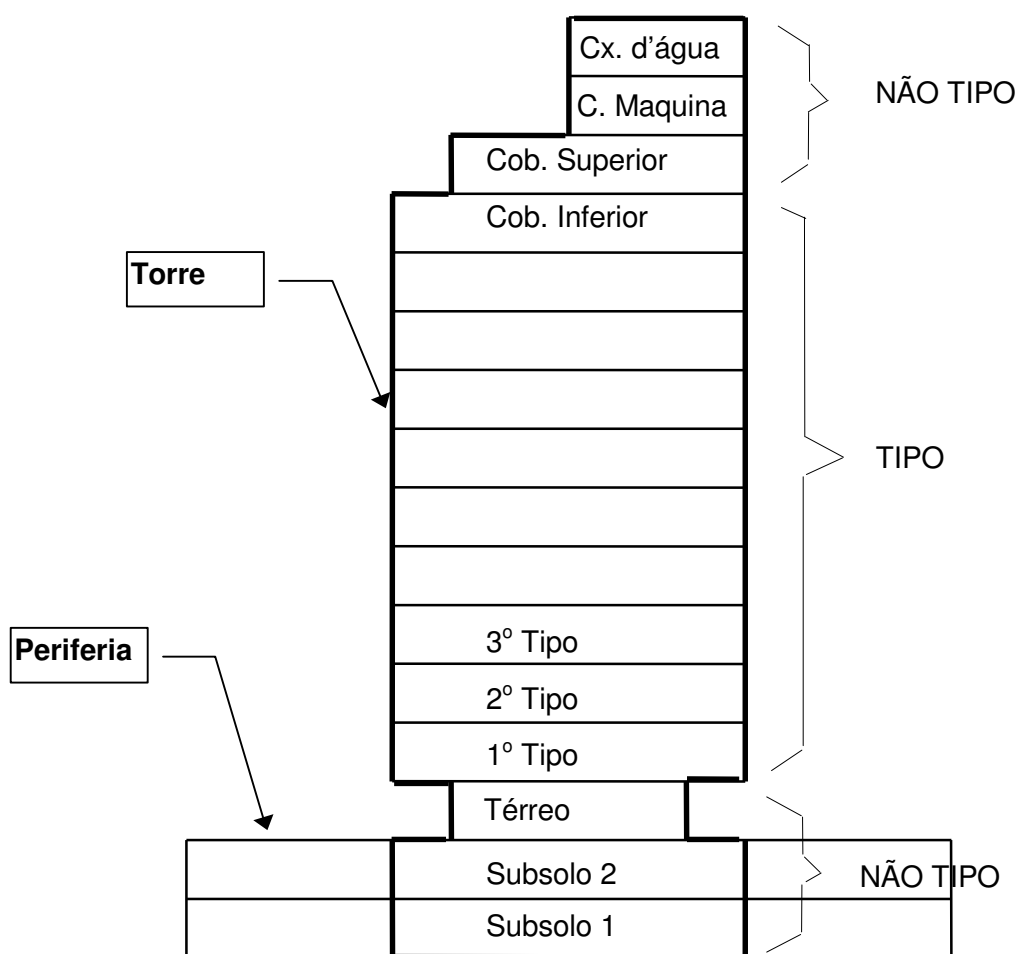


FIGURA 7: CARACTERÍSTICAS DA OBRA DE UM EDIFÍCIO – SUBSISTEMA DA TORRE (ASSUMPÇÃO, 1999).

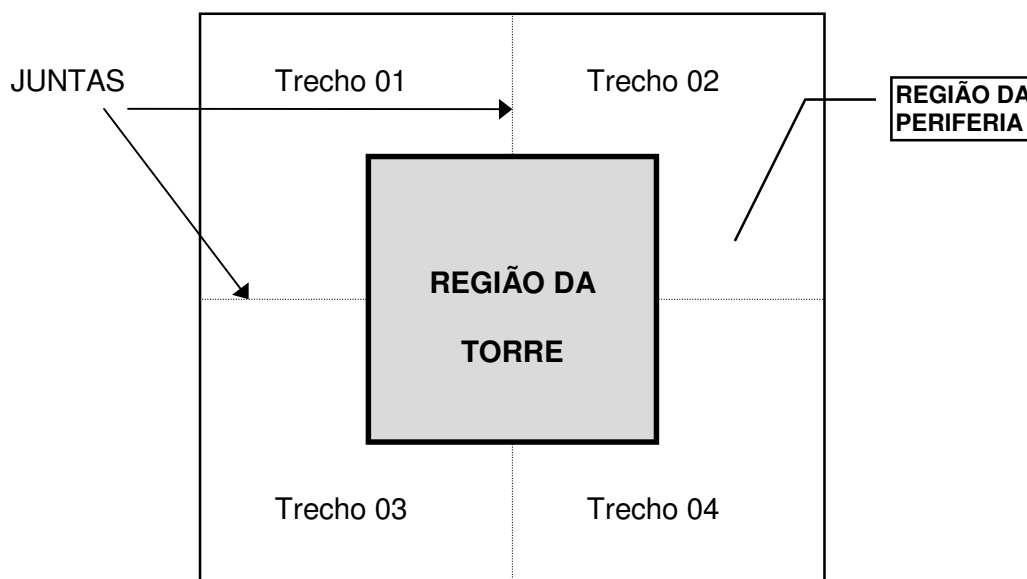


FIGURA 8: CARACTERÍSTICAS DA OBRA DE UM EDIFÍCIO – SUBSISTEMA DA TORRE (ASSUMPÇÃO, 1999).

Por sua vez, estes subsistemas subdividem-se em setores, pavimentos ou trechos, onde toda uma seqüência de serviços é caracterizada e feita de forma repetitiva.

Em razão desta característica de uma obra de edifícios surgem diferentes formas de realizá-la, com variações de setorização, sequenciamento e trajetória de serviços.

No que se refere à programação, o parcelamento do empreendimento / obra ou quebra de sua estrutura em subsistemas, representa o primeiro passo dado pelo planejador para elaboração dos planos e programas. Através de um processo de análise, definem-se os custos, prazos e recursos para os subsistemas em que o empreendimento foi subdividido e, pelo caminho inverso, sintetizam-se estas informações para o empreendimento como um todo.

As estratégias de execução são fundamentais para viabilizar o empreendimento e as possíveis estratégias de serem adotadas, tanto no setor da torre quanto no setor da periferia.

O “plano de ataque” é que mostra qual a estratégia, dentre os subsistemas descritos, será efetivada, se torre e periferia serão executadas simultaneamente, se a torre será executada anteriormente e logo em seguida periferia, e assim por diante.

Através da setorização (divisão em setores) em torre e periferia, independente do sistema construtivo adotado, as alternativas de estratégias são: **[i]** execução da torre juntamente com periferia, **[ii]** execução da torre e posteriormente a periferia, **[iii]** execução da periferia, inclusive na projeção da torre, e posteriormente a execução da torre.

Segundo ASSUMPÇÃO (1999), entende-se por **seqüência**: a ordem com que são executados os serviços num mesmo local de trabalho (pavimento ou trecho da edificação) e **trajetória**: representa a ordem com que são executados os serviços de mesma natureza, nos diferentes locais de trabalho (pavimentos ou trechos da edificação).

Assim, uma outra setorização possível é a que se refere à trajetória da execução dos setores: na torre **[i]** de baixo para cima, **[ii]** de cima para baixo, **[iii]** do meio do edifício para baixo e logo em seguida do último pavimento em direção ao meio do da torre; na periferia, de trecho em trecho **[i]** de baixo para cima, ou **[ii]** de cima para baixo, dependendo da necessidade de travar as contenções.

A seguir, na Figura 9 pode-se observar um fluxograma modelo de serviços com ligações de seqüência e trajetória para os pavimentos de uma obra de edifício.

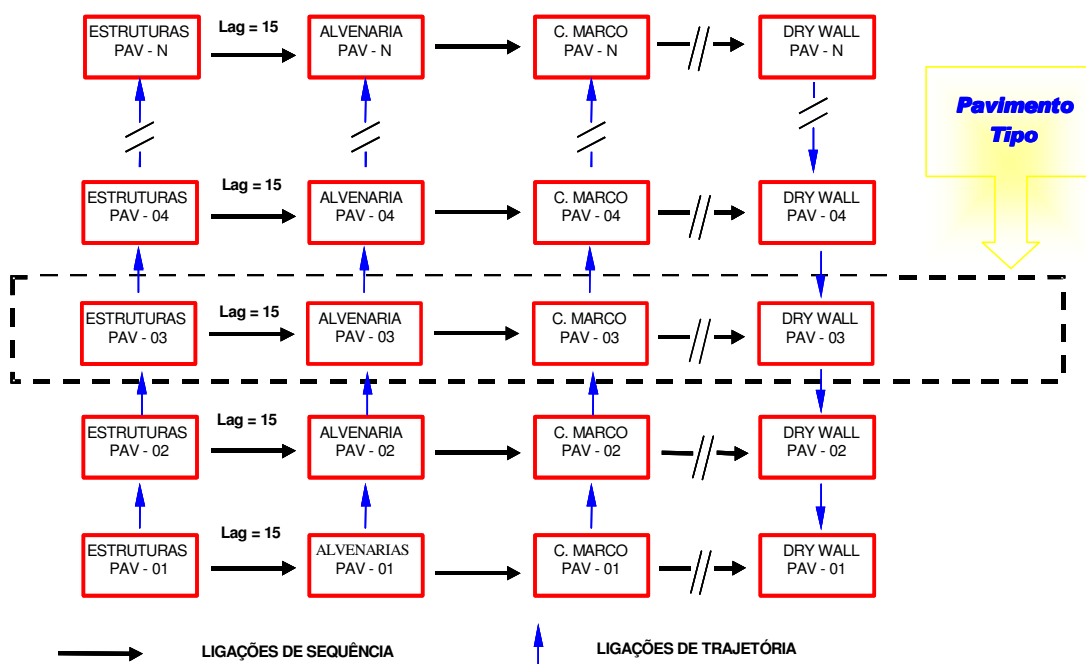


FIGURA 9: FLUXOGRAMA DE SERVIÇOS COM LIGAÇÕES DE SEQÜÊNCIA E DE TRAJETÓRIA PARA OS PAVIMENTOS TIPO DA OBRA DO EDIFÍCIO (ASSUMPCÃO, 1999).

A periferia pode ter estratégias próprias e independentes da torre. Segundo PAEK; OCK (1996), a técnica de construção da estrutura de subsolos “de cima para baixo” tem um significativo potencial para a redução do tempo total de duração de execução de um empreendimento e o aumento da viabilidade da construção de edifícios verticais, obedecendo as exigências e restrições das condições urbanas.

Eficiente em diminuir o tempo de construção, o método “de cima para baixo” hoje em dia ainda apresenta várias desvantagens e riscos sob o ponto de vista dos contratantes, se comparado aos métodos de execução tradicionais. Estas desvantagens aumentam devido à sua complexidade e à utilização de uma seqüência de obra não usual, além da falta de informações seguras sobre os custos e de problemas que podem ocorrer durante a construção.

Continuando PAEK; OCK (1996), o método “de cima para baixo” reduz o impacto que a construção dos subsolos tem na programação da obra, já

que uma das vantagens da sua utilização é o ganho de tempo que se obtém na simultaneidade da construção da estrutura dos subsolos e da torre, e conseqüente aumento da possibilidade da execução de edifícios verticais em menos tempo. Por outro lado, por utilizar técnicas não usuais tal método é mais caro que o tradicional.

Porém, o método “de cima para baixo” pode ser modificado de várias maneiras para se adaptar às condições de cada projeto, à experiência em construção dos seus contratantes e à familiaridade com tal técnica conservando a sua concepção. A modificação possível é a simplificação de partes do processo e uma maior aplicação de técnicas tradicionais na execução de partes do “todo” através do método “de cima para baixo”.

Observa-se que a definição da estratégia de ataque de uma obra vertical é fundamental para que o planejamento consiga os objetivos visados de qualidade, custo e prazo.

3.3. Estudo de caso 1: Sistema Tradicional

O edifício, estudo de caso 1, será considerado neste estudo como construído de sistema construtivo tradicional e caracterizado por:

- **Subsistema fundações:** estacas, tubulões ou mesmo fundações diretas;
- **Subsistema estrutura:** estrutura reticulada (pilares, vigas e lajes), estrutura com pilares, laje plana (nervurada, protendida ou “cogumelo”) sem vigas ou somente com vigas de borda, em concreto armado moldado “in loco”;
- **Subsistema vedações:** vedações externas e internas em bloco cerâmico, e / ou em bloco de concreto (conforme a especificação do projeto ou custo do material);
- **Subsistema fachadas:** chapisco, emboço, reboco e pintura;
- **Subsistema instalações:** instalações embutidas na laje, externa à laje, embutida na vedação, com material flexível ou rígido.

3.3.1. Descrição do estudo de caso: ciclos de execução e seqüência tecnológica

O sistema construtivo tradicional utilizado na obra do estudo de caso 1 é ainda o sistema construtivo mais utilizado nas cidades brasileiras. Mesmo sendo considerado um sistema tradicional, caracterizado pelo uso intensivo de mão-de-obra, hoje em dia existe uma crescente preocupação pela busca de mais racionalização e controle tecnológico. Com o advento das novas tecnologias e incorporação da racionalização construtiva, este sistema vem proporcionando vantagens devido à melhoria da qualidade e da produtividade deste sistema e dos demais que com ele concorrem.

O estudo de caso analisado foi de um edifício construído com: estrutura em concreto armado moldado “in loco” (laje, vigas e pilares), vedação interna e externa em alvenaria de blocos de concreto, instalações de gás e água quente executadas em tubulações rígidas que passam sobre a laje, pelo contrapiso, a instalação elétrica foi executada com eletrodutos flexíveis e embutida nas paredes de alvenaria, já as instalações hidráulicas foram executadas com material rígido, também embutido nas alvenarias.

Devido à busca da racionalização no produto e processo da edificação, adotou-se a utilização de “shaft’s” e elementos pré-fabricados para facilitar e diminuir os tempos de ciclos de execução dos serviços, na tentativa de diminuir o número de serviços a serem executados até o encerramento da obra.

São mostradas a seguir, ilustrações⁸ de diversas fases da execução do empreendimento estudado, que utilizou o sistema construtivo tradicional descrito nesta fase do trabalho.

⁸ Em algumas das fotografias mostradas neste capítulo pode haver algum tipo de distorção nas laterais, causada pelo uso de lente objetiva em máquina fotográfica digital.



FOTO 1: EXECUÇÃO DA ESTRUTURA UTILIZANDO SISTEMA COM PILARES, VIGAS E LAJES.



FOTO 2: RE-ESCORAMENTO METÁLICO UTILIZADO NAS LAJES.



FOTO 3: VEDAÇÕES EXTERNAS EXECUTADAS COM BLOCOS DE CONCRETO.



FOTO 4: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EXECUTADAS COM A UTILIZAÇÃO DE TUBULAÇÃO RÍGIDA, EMBUTIDAS NAS ALVENARIAS.



FOTO 5: ALVENARIA INTERNA, EXECUTADA COM BLOCOS DE CONCRETO, ONDE AINDA SERÁ EXECUTADO O SERVIÇO DE FIXAÇÃO DA ALVENARIA.



FOTO 6: DISTRIBUIÇÃO HIDRO-SANITÁRIA NAS PAREDES, EXECUTADA COM TUBULAÇÃO RÍGIDA E EMBUTIDA NA ALVENARIA.



FOTO 7: ACABAMENTO DO BANHEIRO, SEM A UTILIZAÇÃO DE "SHAFT'S" REMOVÍVEIS.



FOTO 8: REGIÃO DA COZINHA COM TODAS AS INSTALAÇÕES EMBUTIDAS NAS PAREDES.

Na Tabela 1, apresentada a seguir, são mostrados os principais serviços, com os respectivos ciclos de execução usuais na empresa construtora estudada.

TABELA 1: SERVIÇOS E TEMPOS DE CICLOS DE EXECUÇÃO PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL.

Serviço	Duração por pavimento tipo
Estrutura	5 dias trabalhados ⁹
Alvenaria e eletrodutos embutidos	5 dias trabalhados
Contrapiso (áreas secas)	5 dias trabalhados
Contrapiso (cozinhas e áreas de serviço)	5 dias trabalhados
Distribuição hidráulica em paredes	5 dias trabalhados

⁹ Considera-se como dias trabalhados, aqueles considerados como dias úteis dentro do calendário de trabalho da empresa.

TABELA 1: SERVIÇOS E TEMPOS DE CICLOS DE EXECUÇÃO PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL (CONTINUAÇÃO).

Serviço	Duração por pavimento tipo
Fixação da alvenaria	3 dias trabalhados
Enfição elétrica	5 dias trabalhados
Emboço nas áreas frias	5 dias trabalhados
Gesso liso nas áreas secas	5 dias trabalhados
Assentamento de azulejo	5 dias trabalhados
Baguetes e soleiras	3 dias trabalhados
Piso cerâmico	5 dias trabalhados
Forro de gesso e decoração	5 dias trabalhados
1ª demão de pintura	5 dias trabalhados
Porta-pronta	4 dias trabalhados
Pintura final	2 dias trabalhados

Em todo empreendimento onde se busca a melhor produtividade, é de primordial importância que os projetos e as especificações sejam bem elaborados e definidos, já que os ciclos de execução podem não ser totalmente rígidos devido ao grande número de pessoal e serviços artesanais envolvidos para sua execução. Sabe-se que o cronograma físico de obras utilizam sistemas construtivos tradicionais pode sofrer muitas alterações nas suas reprogramações.

Observa-se que neste tipo de sistema construtivo os primeiros pavimentos apresentam ciclos de execução maiores que os demais, devido principalmente ao “efeito aprendido”. Isto significa que, embora as quantidades de trabalho sejam as mesmas em todos os tipos, nos primeiros pavimentos as equipes ainda não estão familiarizadas com o projeto e com os respectivos processos de trabalho, razão pela qual, nestes pavimentos os ciclos de execução normalmente são maiores.

Na Figura 10, a seguir é mostrada parte da programação física de serviços de estrutura da obra do estudo de caso 1.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	15														
						11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31				
0	- EMPREENDIMENTO VANTAGE	462 d	23/5/03	29/4/05	0 d															
1	- TORRE B	462 d	23/5/03	29/4/05	0 d															
2	- ESTRUTURAS	190 d	23/5/03	18/2/04	0 d															
3	- ESTRUT. TORRE no TERREO	30 d	23/5/03	7/7/03	0 d	REO														
4	ESTRUT. TORRE - 1 SUBSOLO	15 d	23/5/03	16/6/03	0 d															
5	ESTRUT. TORRE - TERREO	15 d	17/6/03	7/7/03	0 d															
6	- ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	8/7/03	10/12/03	0 d	ESTRUTURA DA TORRE TIPO														
7	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 1 ANDAR	15 d	8/7/03	29/7/03	0 d															
8	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 2 ANDAR	10 d	30/7/03	12/8/03	0 d															
9	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 3 ANDAR	10 d	13/8/03	26/8/03	0 d															
10	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 4 ANDAR	5 d	27/8/03	2/9/03	0 d															
11	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 5 ANDAR	5 d	3/9/03	9/9/03	0 d															
12	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 6 ANDAR	5 d	10/9/03	16/9/03	0 d															
13	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 7 ANDAR	5 d	17/9/03	23/9/03	0 d															
14	ESTRUTURA DA TORRE TIPO - 8 ANDAR	5 d	24/9/03	30/9/03	0 d															

FIGURA 10: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO DA ESTRUTURA, COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL.

A seqüência tecnológica utilizada para a execução da etapa de estrutura neste sistema construtivo pode ser determinada da seguinte maneira para um ciclo de execução de cinco dias trabalhados, sempre para a execução de um pavimento tipo completo:

- **1º dia:** inicia-se a montagem das fôrmas e o posicionamento da armação dos pilares;
- **2º dia:** finaliza-se o posicionamento da armação e das fôrmas dos pilares. Neste dia ocorre a concretagem desses pilares, com a utilização de grua para o transporte vertical do concreto;
- **3º dia:** inicia-se a montagem das fôrmas das lajes, do escoramento metálico e da marcação dos pontos para as instalações que serão embutidas nas lajes;
- **4º dia:** finaliza-se a montagem das fôrmas e do posicionamento da armação das lajes. Simultaneamente é executada a passagem das tubulações para as instalações, com utilização de eletrodutos rígidos, para que os mesmos não sejam estrangulados no momento da concretagem;
- **5º dia:** a concretagem é efetuada, com a utilização de concreto bombeado. Neste dia já são posicionados os arranques dos pilares do pavimento superior.

Atualmente com a utilização de escoramentos e fôrmas metálicas, a execução de uma laje de estrutura ficou facilitada, mas este tipo de equipamento ainda é oneroso para as empresas construtoras, apesar dos benefícios trazidos. Além deste benefício, o fato das armações chegarem na obra já cortadas e dobradas faz com que a organização do canteiro possa ser otimizada e as áreas de armazenagem possam ser diminuídas.

Observa-se que cada serviço e atividade deve ser cuidadosamente estudado e detalhado de forma a tornar o planejamento o mais real possível.

3.3.2. Vantagens e desvantagens deste sistema construtivo

Uma das vantagens da utilização deste sistema construtivo para execução de obras de edifícios é o fato de que não há necessidade da utilização de equipamentos especiais para sua execução, tais como guias e guindastes, entre outros. Outra vantagem se refere ao fato dos processos e tecnologias utilizadas

pelo sistema construtivo serem de domínio do mercado da construção civil (empresas, subempreiteiros e operários). Trata-se de um sistema construtivo amplamente aceito pelo consumidor brasileiro.

Em seguida é mostrada na Figura 11, parte da programação física da etapa de obra bruta, onde são executados todos os serviços que vão desde os serviços de alvenaria até o serviço de “aranhas” sanitárias, ponto em que a obra está pronta para que seja iniciada a execução da etapa de obra fina, que se inicia a partir da execução do serviço de assentamento de azulejos.

A maior desvantagem é o uso intensivo de mão-de-obra, e o grande número de atividades de conformação (alvenarias, argamassas, contrapisos...). Estes dois fatores contribuem para abaixar a produtividade e aumentar o desperdício.

A integração entre os subsistemas normalmente é feita com antecedência, porém se houver a necessidade de modificações, este sistema permite que as mesmas sejam realizadas, mas com menos flexibilidade e mais custo.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Sep. '03	Out. '03	Nov. '03	Dec. '03	Jan. '04	Feb. '04
0	- EMPREENDIMENTO VINTAGE	462 d	23/3/03	29/4/05	0 d	11	14	21	28	5	12
1	- TORRE B	462 d	23/3/03	29/4/05	0 d	11	14	21	28	5	12
2	+ ESTRUTURAS	180 d	23/3/03	18/2/04	0 d	11	14	21	28	5	12
41	+ OBRA NA COBERTURA GERAL	191 d	2/3/04	9/12/04	1 d	11	14	21	28	5	12
94	+ OBRAS ESPECIAS NA COBERTURA DUPLEX	152 d	13/2/04	12/11/04	104 d	11	14	21	28	5	12
122	- OBRA BRUTA INTERNA	221,5 d	8/9/03	11/8/04	20 d	11	14	21	28	5	12
123	+ CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA	117 d	8/9/03	8/3/04	0 d	11	14	21	28	5	12
144	+ MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	120 d	10/9/03	15/3/04	0 d	11	14	21	28	5	12
165	+ ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRÓDITOS NO TIPO	120 d	17/9/03	22/3/04	7 d	11	14	21	28	5	12
186	+ CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	120 d	24/9/03	29/3/04	58 d	11	14	21	28	5	12
207	+ CONTRAFISO NAS ÁREAS SECAS	120 d	1/10/03	5/4/04	58 d	11	14	21	28	5	12
228	+ DISTRIBUIÇÃO DE GAS EM PISO	120 d	9/10/03	16/4/04	58 d	11	14	21	28	5	12
249	+ TESTES E PROTEÇÃO DE GAS EM PISO	120 d	16/10/03	26/4/04	58 d	11	14	21	28	5	12
270	+ CONTRAFISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	120 d	23/10/03	3/5/04	58 d	11	14	21	28	5	12
291	+ PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	120 d	30/10/03	10/5/04	77 d	11	14	21	28	5	12
312	+ CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	120 d	6/11/03	17/5/04	77 d	11	14	21	28	5	12
333	+ DISTRIBUIÇÃO HIDRAULICA EM PAREDES	120 d	13/11/03	24/5/04	77 d	11	14	21	28	5	12
354	+ DISTRIBUIÇÃO DE GAS EM PAREDES	120 d	13/11/03	24/5/04	77 d	11	14	21	28	5	12
375	+ FIXAÇÃO DA ALVENARIA	147,5 d	27/11/03	19/7/04	55 d	11	14	21	28	5	12
396	+ TESTES EM TUBULAÇÕES DE PAREDES	135,5 d	5/1/04	26/7/04	55 d	11	14	21	28	5	12
417	+ FURAÇÕES PARA HIDRAULICA EM LAJES E PASSANTES	135,5 d	12/1/04	2/8/04	55 d	11	14	21	28	5	12
438	+ PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS SECAS	107 d	19/1/04	28/6/04	55 d	11	14	21	28	5	12
459	+ ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	107 d	26/1/04	5/7/04	55 d	11	14	21	28	5	12
480	+ POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	107 d	2/2/04	13/7/04	55 d	11	14	21	28	5	12
501	+ EMBOÇO ÁREAS FRIAS	110,5 d	9/2/04	26/7/04	55 d	11	14	21	28	5	12
522	+ GESSO EM ÁREAS SECAS	109,5 d	16/2/04	30/7/04	107,5 d	11	14	21	28	5	12
543	+ INFRA-ESTRUTURA DE EXAUSTÃO	107,5 d	26/2/04	4/8/04	107,5 d	11	14	21	28	5	12
564	+ ARANHAS SANITARIAS (COLETORES)	109,5 d	2/3/04	11/8/04	107,5 d	11	14	21	28	5	12
585	+ FRUMADAS HIDRO-SANITARIAS	120 d	10/9/03	15/3/04	263 d	11	14	21	28	5	12
606	+ CHUMBAMENTO DE FRUMADAS	109 d	1/10/03	19/3/04	263 d	11	14	21	28	5	12

FIGURA 11: PARTE DP CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO DA ETAPA DE OBRA BRUTA DE UM EMPREENDIMENTO QUE UTILIZA SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL.

3.3.3. Considerações sobre o sistema construtivo tradicional

Devido à relativa facilidade na execução e ao prévio “conhecimento” que as empresas do setor possuem deste sistema, pelo fato de “sempre terem feito desta maneira”, verifica-se uma certa lentidão na melhoria da construção. Para que se possa evoluir, sem perder as características principais, deve-se utilizar materiais com algum avanço tecnológico e de estratégias de execução que permitam a diminuição de intervenção de fatores externos que atrapalhem no desenvolvimento da obra.

Observa-se que algumas empresas, quando optam por este sistema construtivo, introduzem inovações com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir desperdícios. Soluções como sistema de fôrmas e escoramento racionalizados, corte e dobra de armação em centrais, concreto usinado e bombeado, contrapiso zero, shaft's e porta-pronta são alguns exemplos de tecnologias cada vez mais utilizadas neste sistema.

3.4. Estudo de caso 2: Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”

Para o estudo de caso 2, será considerado como sistema construtivo que utiliza paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, aquele caracterizado por:

- **Subsistema fundações:** estacas, tubulões, ou mesmo fundações diretas;
- **Subsistema estrutura:** paredes externas estruturais em concreto armado moldado “in loco”, lajes planas nervuradas;
- **Subsistema vedações:** vedações internas em gesso acartonado;
- **Subsistema fachada:** pintura sobre as paredes de concreto;
- **Subsistema instalações:** instalações externas à laje, embutida na vedação, com material flexível ou rígido.

Com a crescente necessidade de melhoria de qualidade e a busca pela redução de custos e prazos houve uma procura, por parte do setor de empresas da construção civil por novas alternativas de sistemas construtivos, assim como para as fôrmas e escoramentos, já que estes itens chegam a representar 45% dos custos de estrutura, de acordo com FAVERSANI (2003). A busca por sistemas que possam substituir os chamados sistemas construtivos tradicionais tem sido implementada com diversas vantagens.

Ainda segundo FAVERSANI (2003), no final da década de 90, um grande desafio para uma das maiores construtoras de São Paulo era o desenvolvimento de um projeto que conseguisse viabilizar edifícios voltados para um público de menor poder aquisitivo, sem que houvesse a perda de desempenho e qualidade. O sistema construtivo estudado foi observado em Israel e na Itália e trazido para o Brasil, porém para que a adaptação fosse total, houve a necessidade de alterações com relação ao que foi observado no exterior.

3.4.1. Descrição do estudo de caso: ciclos de execução e seqüência tecnológica

O sistema construtivo utiliza paredes externas estruturais em concreto armado moldado “in loco”, lajes planas nervuradas, executadas com a utilização de fôrmas plásticas (“cabaças”), esquadrias em PVC e instalações acessíveis em “shaft’s” e entre forros, ou seja, pelo teto dos apartamentos. A parede é concretada em gabaritos, que posteriormente são substituídos por caixilhos, parafusados e colados com silicone estrutural.

A seguir são mostradas algumas ilustrações de diversas fases da execução de um empreendimento que utilizou o sistema de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, descrito nesta etapa desta dissertação.



FOTO 9: PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO MOLDADO “IN LOCO” (ESTRUTURA E VEDAÇÃO EXTERNA).



FOTO 10: EXECUÇÃO DE “MEIO ANDAR” DAS PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO” DE UM PAVIMENTO TIPO.



FOTO 11: TRATAMENTO INTERNO DADO NAS PAREDES DE CONCRETO MOLDADO “IN LOCO” PARA POSTERIOR PINTURA.



FOTO 12: ASPECTO DAS FACHADAS COM A EXECUÇÃO DAS PAREDES EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”.



FOTO 13: INTERIOR DE UM PAVIMENTO TIPO, COM INÍCIO DA EXECUÇÃO DAS VEDAÇÕES INTERNAS EM GESSO ACARTONADO.



FOTO 14: REFORÇOS DE MADEIRA E INSTALAÇÕES EXECUTADOS INTERNAMENTE ÀS PLACAS DE GESSO ACARTONADO PARA FIXAÇÃO DE BANCAS E ARMÁRIOS.



FOTO 15: EMPREENDIMENTO COM ESTRUTURA E ESQUADRIAS FASE DE EXECUÇÃO.



FOTO 16: O EDIFÍCIO EM FASE DA PINTURA DA FACHADA SENDO FINALIZADA.

De acordo com FAVERSANI (2003), o sistema de paredes de concreto armado moldadas “in loco” permite reduzir bastante o prazo de conclusão da obra, o que representa uma economia considerável no custo final do empreendimento, já que os custos fixos ocorrem em período menor. Ainda segundo este autor, o sistema permite excelentes resultados em termos de isolamento térmico e acústico, além da eliminação de problemas de patologias em alvenarias, haja vista que é eliminada toda a seqüência executiva da vedação externa.

Para que o sistema seja construtivamente viabilizado existe a necessidade que o concreto tenha suas propriedades físicas e químicas especificadas de acordo com o projeto. Assim, após observação de construções semelhantes em Israel e Itália e várias pesquisas realizadas aqui no Brasil, chegou-se à conclusão que o ideal seria a utilização de concreto com “slump” 12, com brita 1, e não um concreto altamente elástico, com se pensava anteriormente, FAVERSANI (2003). De acordo com SILVA (2005), entende-se por concreto altamente elástico aquele em que são adicionados aditivos plastificantes, que permitem melhorar o seu desempenho. O aditivo plastificante torna o concreto mais trabalhável, facilitando o seu adensamento, sendo aconselhável sua utilização em peças esbeltas de difícil concretagem e proporciona ainda melhor acabamento na superfície concretada.

Na Tabela 2 abaixo, são mostrados os principais serviços , com os respectivos ciclos de execução usuais na construtora estudada.

TABELA 2: SERVIÇOS E TEMPOS DE CICLOS DE EXECUÇÃO PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”.

Serviço	Duração por pavimento tipo
Estrutura (paredes externas em concreto armado moldado “in loco”)	6 dias trabalhados
Emboço nas áreas frias	2 dias trabalhados
Gesso liso nas áreas secas	2 dias trabalhados
Marcação de gesso acartonado	2 dias trabalhados
Colocação de guias de piso	2 dias trabalhados
Colocação de guias de teto	3 dias trabalhados
Perfilados para gesso acartonado (montantes)	3 dias trabalhados
Tubulação elétrica	4 dias trabalhados
Colocação de placas de gesso acartonado	4 dias trabalhados
Colocação de cantoneiras de gesso acartonado	2 dias trabalhados

TABELA 2: SERVIÇOS E TEMPOS DE CICLOS DE EXECUÇÃO PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO” (CONTINUAÇÃO).

Serviço	Duração por pavimento tipo
Enfição elétrica	4 dias trabalhados
Rejuntamento de Placas de gesso acartonado	2 dias trabalhados
Cerâmica de pisos e paredes	3 dias trabalhados
Montante de forro de gesso acartonado	3 dias trabalhados
Colocação de placas de forro de gesso acartonado	3 dias trabalhados
1ª demão de pintura	3 dias trabalhados
Porta-pronta	1 dia trabalhado
Pintura final	3 dias trabalhados

Por se tratar de um sistema construtivo racionalizado, todos os detalhes são previamente bem definidos durante a fase de projeto. Os ciclos de execução dos serviços raramente se alteram, salvo quando há algum motivo não controlável, como as intempéries. Respeitando-se as esperas tecnológicas de cura do concreto, escoramentos e re-escoramentos, não há significativas alterações no cronograma físico de execução.

Em seguida é mostrada a Figura 12 contendo parte do cronograma físico de execução da etapa de estrutura com paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.



FIGURA 12: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO DA ESTRUTURA, COM A UTILIZAÇÃO DE PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”.

Para que se possa entender a lógica de execução de tal sistema construtivo, primeiramente deve-se definir meio-andar com sendo a região referente a 50% da área em planta do pavimento tipo para que haja um melhor aproveitamento dos jogos de fôrmas, já que existe a necessidade de apenas um jogo de fôrmas, pois são executados simultaneamente meio pavimento inferior e meio pavimento superior.

A seqüência tecnológica no caso estudado é a execução de meio andar para cada concretagem, assim pode-se determiná-la, considerando o prazo de seis dias, da seguinte maneira:

- **1º dia:** inicia-se a montagem de armação e fôrmas da laje de piso do meio-andar do pavimento n+1;
- **2º dia:** inicia-se a montagem de armação e fôrmas das paredes do meio-andar do pavimento n;
- **3º dia:** concretagem de meio-andar (paredes do pavimento n e laje de piso do pavimento n+1) e início da montagem das fôrmas e ferragens do 2º meio-andar;
- **4º dia:** continuidade na montagem de armação e fôrmas das paredes do meio-andar do pavimento n+2 e laje de piso do pavimento n+1;

- **5º dia:** posicionamento das escadas e varandas pré-moldadas em concreto armado;
- **6º dia:** concretagem do 2º meio-andar (paredes do pavimento n+2 e laje de piso do pavimento n+1).

Atualmente a maior parte das fôrmas industrializadas utilizadas pelas empresas construtoras é alugada, e não adquirida, por isso o custo normalmente é proporcional ao tempo em que permanecem na obra. Tornando como comparação de preços entre diferentes sistemas, os cálculos devem contemplar além dos custos de locação, também os recursos físicos envolvidos (mão-de-obra e equipamentos) e a quantidade viável de reaproveitamentos.

Segundo CORREA (2003), enquanto um painel de madeira pode ser reutilizado de 10 a 15 vezes, o metálico pode ser reutilizado de 50 a 70 vezes, em alguns casos, até 100 vezes. Por isso, também que em alguns casos o preço dos componentes metálicos chega a ser dez vezes superior aos de madeira.

Apesar de já existir o hábito da utilização das fôrmas industrializadas, principalmente nas grandes construtoras, falta apoio técnico dos fornecedores em termos de suporte nos momentos de dificuldades na montagem. Mesmo nos grandes centros ainda são poucos os fornecedores deste tipo de sistema de fôrmas, ficando os consumidores à mercê da boa vontade de seus fornecedores, no que se refere ao cumprimento de prazos e pronto atendimento.

3.4.2. Vantagens e desvantagens deste sistema construtivo

As principais vantagens da utilização deste sistema construtivo são: **[i]** bom desempenho em termos de isolamento térmico e acústico; **[ii]** redução de prazo de obra; **[iii]** redução de patologias na fachada, já que existe a eliminação da execução de toda a seqüência de serviços de alvenaria externa, haja vista que a estrutura é a própria vedação; **[iv]** melhoria nas condições de segurança da obra, já que existe a necessidade de que a mão-de-obra seja qualificada e treinada; além da **[v]** redução da diversidade de materiais, como por exemplo, madeira, em grande quantidade no canteiro de obras. A Figura 13 a seguir, mostra parte do cronograma físico de execução dos serviços da etapa de obra seca.

Por se tratar de um sistema construtivo rígido no que se refere às paredes externas, as interfaces com os demais subsistemas da edificação também devem ser previamente resolvidas em projeto. Assim, a análise dos fatores técnicos, como a compatibilização dos projetos é imprescindível, facilitando a construtibilidade futura. Segundo PEIXOTO (2000), construtibilidade é o grau de facilidade com que algo pode ser construído.

Por ser um sistema que não permite alterações, exige uma dose maior de planejamento e controle da produção para que eventuais problemas possam ser previamente detectados.

	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Gantt Chart			
						Nov '01	Dec '01	Jan '02	Feb '02
0	- SPORTS' GARDEN TATUCAPE	406 d	8/1/01	28/6/02	0 d				
1	+ INSTALAÇÃO DO CANTEIRO	91 d	8/1/01	14/5/01	-3 d				
17	- BLOCO B (ATLANTA)	315 d	15/5/01	28/6/02	-3 d				
18	+ ESTRUTURA DE PISOS E PAREDES	198 d	15/5/01	8/2/02	-3 d				
61	+ PISO TECNICO E ATICO	121 d	21/12/01	23/3/02	29 d				
91	+ OBRA BRUTA NO TIPO	297 d	26/7/01	19/6/02	8 d				
289	+ FACHADA	264 d	20/7/01	22/6/02	8 d				
391	+ MONTAGEM DE ELEVADORES	76 d	14/2/02	15/5/02	36 d				
396	- OBRA SECA NO TIPO	156 d	1/8/01	28/3/02	75 d				
397	- ESTUDO DE INTERFERENCIAS EM DRY-WALL	33 d	1/8/01	14/9/01	218 d				
399	- MONTAGEM DE CONJUNTO TECNICO / MODELO	38 d	8/8/01	26/9/01	218 d				
401	- PROTEÇÃO INTERMEDIARIA NO 10o. PAVIMENTO	2 d	12/11/01	13/11/01	-3 d				
403	- MARCAÇÃO DE DRY-WALL	30 d	16/11/01	19/1/02	-3 d				
421	- COLOCAÇÃO DE GUIAS DE PISO	51 d	16/11/01	21/1/02	-3 d				
439	- COLOCAÇÃO DE GUIAS DE TETO	51 d	20/11/01	24/1/02	-3 d				
457	- FURAÇÃO DE LAJE	51 d	23/11/01	29/1/02	-3 d				
475	- PERFILADOS DE DRY-WALL (MONTANTES)	51 d	8/12/01	15/2/02	9 d				
493	- REFORÇOS DE MADEIRA	51 d	12/12/01	19/2/02	9 d				
511	- TUBULAÇÃO ELETRICA	68 d	15/12/01	14/3/02	9 d				
529	- EMBUTIMENTO E ENFIAÇÃO ELETRICA NO DRY-WALL	68 d	20/12/01	19/3/02	9 d				
547	- COLOCAÇÃO DE PLACAS (BRANCAS/VERMELHAS)	68 d	25/12/01	23/3/02	9 d				
565	- COLOCAÇÃO DE PLACAS (VERDES)	68 d	25/12/01	23/3/02	22 d				
583	- COLOCAÇÃO DE PLACAS (CIMENTICEAS)	68 d	25/12/01	23/3/02	9 d				
601	- COLOCAÇÃO DE CANTONEIRAS	66 d	3/1/02	26/3/02	22 d				
619	- REJUNTAMENTO DAS PLACAS E FITAS	66 d	3/1/02	28/3/02	22 d				

FIGURA 13: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO COM OS SERVIÇOS QUE COMPOEM A ETAPA DE EXECUÇÃO DE OBRA SECA NUM EMPREENDIMENTO DE PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO".

A integração com os demais subsistemas se dá através da utilização de vedação interna em gesso acartonado, instalações elétricas totalmente embutidas no gesso acartonado e instalações hidráulicas flexíveis (sistema pex) instaladas pelo teto do pavimento inferior. São utilizados “shaft’s” e carenagens para acabamentos das tubulações, como mostrado nas fotos a seguir.



FOTO 17: “SHAFT” DE FIBRA REMOVÍVEL, INSTALADO SOBRE AS PRUMADAS DE TUBULAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS.



FOTO 18: CARENAGEM EM FIBRA, REMOVÍVEL, INSTALADA SOBRE A TUBULAÇÃO EXISTENTE ABAIXO DA BANCA DO BANHEIRO.

As principais empresas que fornecem esse tipo de sistema de fôrmas estão sediadas na cidade de São Paulo e esse é um dos fatores que faz com que este tipo de sistema construtivo seja mais utilizado nesta região do país. Além da proximidade dos fornecedores, é na região sudeste que estão situadas empresas que buscam, além da melhoria da qualidade de seus produtos, um diferencial junto aos seus concorrentes.

Como desvantagem da utilização deste tipo de sistema construtivo, pode-se citar a necessidade obrigatória do uso de guas. Nos casos acompanhados verifica-se também que apenas nos casos em que duas torres são executadas simultaneamente os procedimentos tornam-se viáveis, pois assim otimizam-se os ciclos de execução.

3.4.3. Considerações sobre o sistema construtivo

Atualmente a utilização de paredes em concreto armado moldado “in loco” como estrutura e vedação externa em edifícios verticais ainda não é muito difundida, principalmente pelo alto custo inicial devido à necessidade de elaboração e confecção do sistema de fôrmas específico para cada projeto, o que só se viabiliza para empreendimentos de grande número de torres, nas quais o custo do sistema pode ser amortizado. Este desembolso ocorre no início das obras, gerando um custo inicial elevado, se comparado com o sistema tradicional, onde somente o projeto de estrutura é mais simples de ser executado.

Por outro lado, a utilização deste sistema construtivo é capaz de trazer à empresa construtora, benefícios quanto à minoração de erros, redução de interferências externas diversas, diminuição de alterações de prazos e redução de patologias, principalmente na fachada.

No Brasil, a disseminação deste sistema construtivo vem ocorrendo com maior intensidade nos grandes centros urbanos, como São Paulo capital, principalmente pela necessidade de rapidez de execução dos empreendimentos e à aceitação por parte dos consumidores quanto a inovações tecnológicas.

Além disso, percebe-se que a pouca divulgação do sistema como proposta para solucionar problemas de prazos de execução, a existência de poucos fabricantes / fornecedores do sistema de fôrmas e a necessidade de uma equipe técnica e de mão-de-obra especializada, faz com que haja pouca adesão por parte das empresas construtoras em adotar tal sistema construtivo. Porém espera-se que, devido ao aumento da concorrência entre as empresas construtoras faça com que tais empresas busquem melhores alternativas para a evolução do setor edificações como um todo, desde o processo até o produto final e a satisfação do consumidor no período pós-ocupação.

CAPÍTULO 4

O ESTUDO DE ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO PARA EDIFÍCIOS VERTICAIS ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES PARA OS CASOS ESTUDADOS

Pelo fato do gerenciamento e planejamento da execução assumirem papel cada vez mais importante na viabilidade do negócio, muitas empresas construtoras têm se utilizado de estratégias diferenciadas para conseguir se manterem dentro de um mercado cada vez mais competitivo e à frente de suas concorrentes.

Estas empresas têm se utilizado de diferentes tecnologias para tomar decisões seguras, tanto para a escolha do sistema construtivo, como para adequar a estratégia de execução, ao fluxo de caixa do empreendimento.

Assim, torna-se importante que as empresas passem a estudar formas de implementação de estratégias de execução que as permitam ganhar um diferencial competitivo e estratégico.

4.1. Metodologia de análise das estratégias de produção

A metodologia utilizada para a realização da análise das estratégias de execução de edifícios verticais é a de modelar o fluxo de execução através de sistemas informatizados que operam com redes de precedência (CPM). Estes sistemas permitem que se realizem simulações de várias alternativas de “ataque” à obra, através da geração de cronogramas e curvas de evolução física. No Brasil, utilizam-se em grande escala modelos desenvolvidos através do gerenciador de projetos MS-Project operando em ambiente Windows, ampliando o poder de

manipulação das informações, pelas interfaces com outros aplicativos, tais como: planilhas eletrônicas, softwares gráficos, banco de dados e outros sistemas.

Os que serão mostrados neste capítulo resultam de aplicações desenvolvidas com estes sistemas, através dos quais são gerados cronogramas físicos, curvas de evolução física da obra (Curva S), cronogramas financeiros, agenda de suprimentos, entre outras informações.

Através da geração de cronogramas físicos observam-se variações nas curvas S de cada uma das situações simuladas e, a partir daí, pode-se verificar as características específicas que cada uma das simulações pode impactar no fluxo de caixa do empreendimento. Exemplos destes impactos são a postergação de desembolso, ou a sua antecipação, a diminuição de prazo de obra, gerando a diminuição dos custos fixos, a execução com desembolsos “linear”¹⁰, ou um acúmulo de desembolso nos últimos meses de obra.

Conforme exposto, para a realização das simulações foi utilizado modelo em rede de precedência para a geração de cronogramas físicos. Através destes cronogramas foi possível gerar o perfil de desenvolvimento físico da obra, para cada uma das estratégias analisadas, através de curva S.

A curva S é gerada através de índices distribuídos em cada uma das atividades existentes no cronograma físico. Tais índices podem ter a sua ponderação através dos custos, duração ou homens-hora, por exemplo. Se a ponderação é realizada através dos custos, cada um dos itens do orçamento da obra é distribuído no cronograma físico. Assim, os índices gerados são contados a partir do momento que um determinado serviço é realizado em obra, independente se o mesmo já teve seu pagamento realizado ou não.

Já se o índice é ponderado pela duração das atividades, é realizada uma distribuição onde a obra vale 100% e cada uma das atividades compõem este total. Assim, se a execução da estrutura tem um ciclo de execução de 5 dias trabalhados e a execução do serviço de cerâmica de piso também tem ciclo de execução de 5 dias trabalhados por pavimento tipo, ambos têm o mesmo “peso”

¹⁰ Em empreendimentos de condomínio ou a preço de custo, estratégias que levem ao desembolso “linear” ou mais equilibrado, favorecem o cliente.

para o cálculo do índice. E cada um dos ciclos desses serviços vale 5 sobre o total da soma de todas as durações de todos os serviços e não do tempo total da obra.

Caso a ponderação seja feita através de homem-hora, o raciocínio é semelhante ao do índice ponderado por duração.

4.2. Caracterização de estratégias de execução de edifícios verticais

As estratégias de execução são aplicadas na construção de edifícios verticais, porém são poucas e diversificadas as referências bibliográficas sobre o assunto até o momento. Assim sendo, aqui será realizada uma conceituação de tais estratégias, baseando-se em textos e notas de aula de ASSUMPÇÃO (2002).

Anteriormente a esta conceituação é necessário entender os aspectos que as caracterizam o empreendimento: **[i]** disponibilidade de recursos financeiros; **[ii]** prazo de entrega do empreendimento; **[iii]** forma de comercialização ou de “encaixe” das receitas (preço fechado ou preço de custo); **[iv]** necessidade de “mostrar” a obra, como recurso para alavancar as vendas.

Como variáveis técnicas, as estratégias de execução devem contemplar: **[i]** condições de acesso, disponibilidade e segurança do canteiro de obras; **[ii]** disponibilidade de recursos físicos, principalmente equipamentos, tais como grua e guincho; **[iii]** forma de gestão da mão-de-obra de execução (própria ou terceirizada); **[iv]** condições específicas da obra (se a fachada será executada por panos ou por anel, se a impermeabilização da região de periferia será executada após a finalização da fachada ou não, etc.).

Dessa forma, são apresentadas as estratégias de execução propostas e estudadas nesta dissertação, considerando diferentes trajetórias de obra para a execução da torre do edifício vertical:

- **Sem inversão:** Estratégia onde todas as etapas de serviços na região da torre são executadas de baixo para cima, utilizando a mesma trajetória em que a estrutura é executada, com a execução partindo do primeiro pavimento tipo e seguindo para os demais pavimentos superiores;

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

Entende-se por folgas internas ou de contingências, a definição de um tempo de ciclo para execução de determinado serviço que antecipadamente já se sabe que será menor, porém simula-se com tal ciclo maior para que, se ocorrer qualquer problema, a seqüência de execução não seja prejudicada.

Cada uma das estratégias estudadas tem suas características próprias e são adotadas de acordo com a diretriz do negócio buscado pela empresa construtora / incorporadora.

Se a meta em um determinado empreendimento é a de se fazer a obra no menor tempo possível, a estratégia mais adequada é de execução dos serviços sem qualquer tipo de inversão, já que todos os serviços são executados logo na seqüência da finalização dos seus predecessores (tudo subindo), sem esperas (a não ser as esperas técnicas).

Porém, se a empresa dona do negócio busca a postergação dos desembolsos e existe a possibilidade de elasticidade de prazo, a estratégia de execução mais adequada é de inversão de obra, em uma das suas variações, total

ou parcial. Tal fato explica-se em situações de negócios em que o prazo do empreendimento fornecido ao cliente, por exemplo, permite a variação na estratégia, já que o prazo é prolongado e os desembolsos são postergados. Um exemplo típico desse tipo de estratégia é a inversão dos serviços a partir da etapa de obra fina, onde são executados os serviços de acabamento da obra, serviços que detêm um dos maiores valores de custos e podem ser executados em seu tempo “ALAP” na trajetória invertida, ou seja, de cima para baixo.

4.3. Simulação de estratégias de execução com cada um dos sistemas construtivos estudados

As premissas adotadas para as simulações efetuadas são:

- Foram gerados cronogramas, a partir de cronogramas de obras que efetivamente foram ou estão sendo executadas, onde os ciclos de execução dos serviços foram considerados constantes, ou seja, executados em tempos iguais e não com tempos diferentes nos diversos pavimentos, já que as quantidades de serviços são as mesmas nos vários pavimentos;
- Os cronogramas foram gerados considerando-se apenas a torre, sem que a periferia fosse considerada, por isso justifica-se os serviços de obra fina fazerem parte do caminho crítico, mesmo nas programações “ASAP” dos mesmos;
- Edifícios com características arquitetônicas e de instalações semelhantes;
- Foram utilizados os mesmos ciclos de execução para todas as simulações, de cada um dos sistemas construtivos estudados, afim de que a data de conclusão da obra fosse a mais comparável possível;
- A execução da obra sempre se dá na programação ASAP¹¹, ou seja, mais cedo possível, de forma que os serviços não críticos tenham folgas internas.

¹¹ ASAP, do inglês “as soon as possible” é a execução dos serviços no tempo “mais cedo possível”, ou seja, a partir do momento que há frente de trabalho, executa-se o serviço, independente se há necessidade de execução naquele momento.

Se um planejamento é feito considerando as datas mais tarde – ALAP¹², todas as atividades tornam-se críticas, e sem folgas, qualquer problema que ocorra pode resultar no atraso da entrega da obra.

Elaborar a programação da obra na situação “ASAP” ou “ALAP” é parte da estratégia de programação.

Através da ferramenta computacional adotada (MS-Project), pôde-se simular o comportamento da estratégia de execução e atuar para que o empreendimento fosse visto em nível gerencial para que sofresse as intervenções necessárias.

4.4. Estudo de estratégias de execução para edifícios verticais

4.4.1. Estudo de caso 1: Tradicional

Foi escolhido para estudo de caso 1, um edifício residencial com 18 pavimentos tipo mais um apartamento duplex de cobertura, executado em 24 meses, na cidade de São Paulo, SP. Foi utilizado como sistema construtivo a execução da estrutura tradicional em concreto armado moldado “in loco”, com pilares, vigas e lajes planas, com escoramento metálico.

Para as vedações externas e internas foi um sistema racionalizado utilizando bloco de concreto, ou seja, a paginação das paredes foi estudada e a distribuição dos blocos foi racionalizada, minimizando assim as quebras ou perdas neste subsistema.

As instalações elétricas foram executadas com eletrodutos rígidos embutidas nas lajes (as de piso) e com eletrodutos flexíveis embutidas nas paredes. As instalações hidro-sanitárias foram executadas com a utilização de tubulação de PVC para água fria, esgoto e águas pluviais e cobre para as tubulações de água quente e gás. Todo o sistema de instalação de gás foi

¹² ALAP, do inglês “as late as possible” é a execução dos serviços no tempo “mais tarde possível”, ou seja, é o último momento em que uma determinada atividade deve ser executada para que se inicie a execução de sua sucessora.

executado sobre a laje, sendo posteriormente protegido e envolvido pelo contrapiso. Nas paredes, as instalações hidro-sanitárias foram executadas, também com a utilização de tubulação rígida e embutida na alvenaria.

4.4.1.1. Sem inversão de obra

Utilizando-se a estratégia de execução dos serviços sem inversão dos serviços, como caracterizado anteriormente, pode-se observar na Figura 14 a seguir, que os serviços estão programados para serem executados no seu tempo “ASAP”, ou seja, o “mais cedo possível”. Observa-se ainda que nesta estratégia a execução de toda a etapa de obra fina tem tempo total de cerca de 9 meses, sendo que os serviços não críticos possuem folga. O cronograma geral desta estratégia pode ser observado a seguir, no Cronograma 1.



FIGURA 14: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, SEM INVERSÃO DE OBRA E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Sep '03	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05				
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for EMPREENDIMENTO VINTAGE]																									
1	TORRE B	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for TORRE B]																									
2	ESTRUTURAS	180 d	23/05/03	18/02/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURAS]																									
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	08/07/03	10/12/03	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA TORRE TIPO]																									
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	11/12/03	21/01/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX]																									
30	ESTRUTURA DO ATÍCO	20 d	22/01/04	18/02/04	6 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DO ATÍCO]																									
122	OBRA BRUTA INTERNA	222 d	08/09/03	11/08/04	20 d	[Gantt bar for OBRA BRUTA INTERNA]																									
144	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	120 d	10/09/03	15/03/04	0 d	[Gantt bar for MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO]																									
165	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	120 d	17/09/03	22/03/04	7 d	[Gantt bar for ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO]																									
186	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	120 d	24/09/03	29/03/04	27,5 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS]																									
207	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	120 d	01/10/03	05/04/04	27,5 d	[Gantt bar for CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS]																									
228	DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO	120 d	09/10/03	16/04/04	27,5 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO]																									
270	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	120 d	23/10/03	03/05/04	27,5 d	[Gantt bar for CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS]																									
291	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	120 d	30/10/03	10/05/04	27,5 d	[Gantt bar for PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS]																									
312	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	120 d	06/11/03	17/05/04	27,5 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS]																									
333	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES	120 d	13/11/03	24/05/04	32,5 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES]																									
375	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	147,5 d	27/11/03	19/07/04	0 d	[Gantt bar for FIXAÇÃO DA ALVENARIA]																									
459	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	107 d	26/01/04	05/07/04	3,5 d	[Gantt bar for ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS]																									
480	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	107 d	02/02/04	13/07/04	3,5 d	[Gantt bar for POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS]																									
501	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	110 d	09/02/04	23/07/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO ÁREAS FRIAS]																									
522	GESSO EM ÁREAS SECAS	110 d	16/02/04	30/07/04	167 d	[Gantt bar for GESSO EM ÁREAS SECAS]																									
564	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	110 d	02/03/04	11/08/04	167 d	[Gantt bar for ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)]																									
585	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	120 d	10/09/03	15/03/04	263 d	[Gantt bar for PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS]																									
606	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	109 d	01/10/03	19/03/04	263 d	[Gantt bar for CHUMBAMENTO DE PRUMADAS]																									
627	FACHADAS	356 d	23/10/03	28/04/05	1 d	[Gantt bar for FACHADAS]																									
631	MONTAGEM DE BALANÇIM	101 d	04/03/04	02/08/04	97 d	[Gantt bar for MONTAGEM DE BALANÇIM]																									
635	CHAPISCO	88 d	23/03/04	02/08/04	86 d	[Gantt bar for CHAPISCO]																									
640	EMBOÇO EXTERNO	68 d	11/05/04	16/08/04	86 d	[Gantt bar for EMBOÇO EXTERNO]																									
662	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	48,5 d	13/05/04	22/07/04	118,5 d	[Gantt bar for PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA]																									
683	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	30 d	23/07/04	02/09/04	118,5 d	[Gantt bar for PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS]																									
704	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	02/02/05	28/04/05	1 d	[Gantt bar for MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO]																									
726	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	40 d	02/08/04	28/09/04	118,5 d	[Gantt bar for ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO]																									
747	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	40 d	11/08/04	07/10/04	118,5 d	[Gantt bar for INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS]																									
789	OBRA FINA INTERNA	177 d	26/07/04	26/04/05	0 d	[Gantt bar for OBRA FINA INTERNA]																									
790	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	100 d	26/07/04	17/12/04	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE AZULEJO]																									
811	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	98 d	02/08/04	22/12/04	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS]																									
832	PISO CERÂMICO	100 d	05/08/04	06/01/05	0 d	[Gantt bar for PISO CERÂMICO]																									
853	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100 d	12/08/04	13/01/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO]																									
874	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100 d	19/08/04	20/01/05	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS]																									
895	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100 d	26/08/04	27/01/05	0 d	[Gantt bar for REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES]																									
958	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100 d	17/09/04	22/02/05	0 d	[Gantt bar for FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO]																									
979	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100 d	24/09/04	01/03/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA]																									
1021	APARELHAMENTO DE PINTURA	100 d	08/10/04	15/03/05	0 d	[Gantt bar for APARELHAMENTO DE PINTURA]																									
1042	PORTA-PRONTA	99 d	18/10/04	21/03/05	0 d	[Gantt bar for PORTA-PRONTA]																									
1084	1o. DEMÃO DE PINTURA	100 d	29/10/04	05/04/05	0 d	[Gantt bar for 1o. DEMÃO DE PINTURA]																									
1105	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	98 d	08/11/04	08/04/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS]																									
1126	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	97 d	16/11/04	13/04/05	0 d	[Gantt bar for ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS]																									
1147	PINTURA FINAL INTERNA	96 d	19/11/04	22/04/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA FINAL INTERNA]																									

Folga: [Barra cinza] Atividade Crítica: [Barra vermelha com pontos] Serviço Executado: [Barra verde com pontos] Etapa Geral: [Barra verde com pontos] VINTAGE: [Barra verde com pontos]

Atividade: [Barra azul com pontos] Serviço Crítico: [Barra vermelha com pontos] Pausa em Atividade Executada: [Barra vermelha com pontos] Serviços da torre A: [Barra azul com pontos]

Serviço: [Barra verde com pontos] Atividade Executada: [Barra verde com pontos] Pausa na Etapa Executada: [Barra verde com pontos] Serviços da torre B: [Barra verde com pontos]

Já na Figura 15 a seguir é mostrado parte do cronograma físico da etapa de obra fina da obra, ainda utilizando-se a estratégia com todos os serviços subindo, sem inversão, onde todos os serviços estão programados para execução no seu tempo “mais tarde possível”, “ALAP”. Neste caso, observa-se que a execução da etapa de obra fina também leva cerca de 9 meses para ser executada, porém com nenhuma folga entre quaisquer dos serviços e / ou atividades.

Pode-se observar também que existe a possibilidade da postergação das datas de início, em cerca de 1 mês do início do serviço de colocação de louças e metais e cerca de 2 meses do início do serviço de acabamentos elétricos e luminárias em relação à programação “ASAP”, sem que tempo total da etapa seja alterado. O Cronograma 2 mostra de forma geral esta estratégia de execução e pode ser observado a seguir.

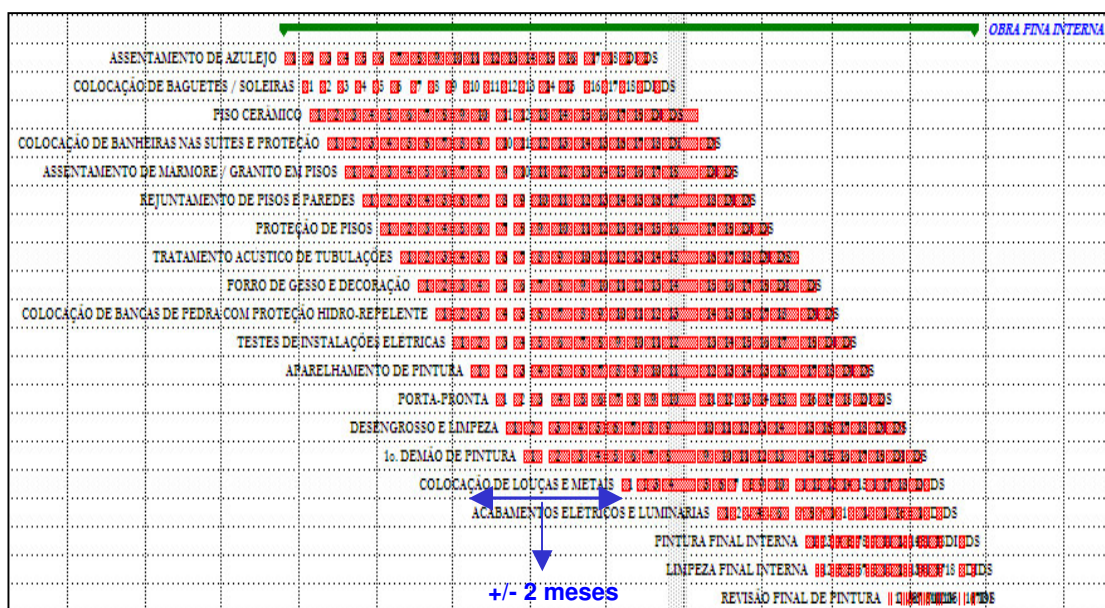


FIGURA 15: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, SEM INVERSÃO DE OBRA E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05					
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for EMPREENDIMENTO VINTAGE]																									
1	TORRE B	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for TORRE B]																									
2	ESTRUTURAS	185 d	23/05/03	01/03/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURAS]																									
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	08/07/03	10/12/03	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA TORRE TIPO]																									
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	11/12/03	21/01/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX]																									
30	ESTRUTURA DO ÁTICO	22 d	27/01/04	01/03/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DO ÁTICO]																									
122	OBRA BRUTA INTERNA	289 d	07/10/03	17/12/04	0 d	[Gantt bar for OBRA BRUTA INTERNA]																									
144	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	100 d	09/10/03	15/03/04	0 d	[Gantt bar for MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO]																									
165	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	100 d	16/10/03	22/03/04	0 d	[Gantt bar for ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO]																									
186	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	115 d	10/11/03	13/05/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS]																									
207	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	115 d	17/11/03	20/05/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS]																									
228	DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO	115 d	24/11/03	27/05/04	0 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO]																									
270	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	115 d	08/12/03	11/06/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS]																									
291	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	115 d	15/12/03	18/06/04	0 d	[Gantt bar for PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS]																									
312	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	115 d	05/01/04	25/06/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS]																									
333	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES	115 d	12/01/04	02/07/04	0 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES]																									
375	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	137 d	11/12/03	19/07/04	0 d	[Gantt bar for FIXAÇÃO DA ALVENARIA]																									
459	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	100 d	09/02/04	12/07/04	0 d	[Gantt bar for ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS]																									
480	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	100 d	16/02/04	19/07/04	0 d	[Gantt bar for POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS]																									
501	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	99,5 d	26/02/04	23/07/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO ÁREAS FRIAS]																									
522	GESSO EM ÁREAS SECAS	100 d	14/07/04	07/12/04	0 d	[Gantt bar for GESSO EM ÁREAS SECAS]																									
564	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	100 d	26/07/04	17/12/04	0 d	[Gantt bar for ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)]																									
585	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	100 d	14/07/04	07/12/04	0 d	[Gantt bar for PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS]																									
606	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	94 d	28/07/04	13/12/04	84 d	[Gantt bar for CHUMBAMENTO DE PRUMADAS]																									
627	FACHADAS	272 d	09/03/04	29/04/05	0 d	[Gantt bar for FACHADAS]																									
631	MONTAGEM DE BALANCIM	169 d	09/03/04	16/11/04	0 d	[Gantt bar for MONTAGEM DE BALANCIM]																									
635	CHAPISCO	174 d	23/03/04	07/12/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO]																									
640	EMBOÇO EXTERNO	154 d	11/05/04	21/12/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO EXTERNO]																									
662	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	20 d	15/12/04	20/01/05	0 d	[Gantt bar for PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA]																									
683	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	30 d	20/01/05	08/03/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS]																									
704	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	03/02/05	29/04/05	0 d	[Gantt bar for MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO]																									
726	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	40 d	31/01/05	31/03/05	0 d	[Gantt bar for ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO]																									
747	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	40 d	14/02/05	11/04/05	0 d	[Gantt bar for INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS]																									
789	OBRA FINA INTERNA	177 d	26/07/04	26/04/05	0 d	[Gantt bar for OBRA FINA INTERNA]																									
790	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	100 d	26/07/04	17/12/04	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE AZULEJO]																									
811	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	98 d	02/08/04	22/12/04	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS]																									
832	PISO CERÂMICO	100 d	05/08/04	06/01/05	0 d	[Gantt bar for PISO CERÂMICO]																									
853	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100 d	12/08/04	13/01/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO]																									
874	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100 d	19/08/04	20/01/05	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS]																									
895	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100 d	26/08/04	27/01/05	0 d	[Gantt bar for REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES]																									
958	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100 d	17/09/04	22/02/05	0 d	[Gantt bar for FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO]																									
979	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100 d	24/09/04	01/03/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA]																									
1021	APARELHAMENTO DE PINTURA	100 d	08/10/04	15/03/05	0 d	[Gantt bar for APARELHAMENTO DE PINTURA]																									
1042	PORTA-PRONTA	99 d	18/10/04	21/03/05	0 d	[Gantt bar for PORTA-PRONTA]																									
1084	1o. DEMÃO DE PINTURA	100 d	29/10/04	05/04/05	0 d	[Gantt bar for 1o. DEMÃO DE PINTURA]																									
1105	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	79 d	07/12/04	08/04/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS]																									
1126	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	60 d	14/01/05	13/04/05	0 d	[Gantt bar for ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS]																									
1147	PINTURA FINAL INTERNA	40 d	18/02/05	22/04/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA FINAL INTERNA]																									

Folga		Atividade Crítica		Serviço Executado		Etapa Geral		VINTAGE	
Atividade		Serviço Crítico		Pausa em Atividade Executada		Serviços da torre A			
Serviço		Atividade Executada		Pausa na Etapa Executada		Serviços da torre B			

A Figura 16 mostra as curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado utilizando a estratégia sem a inversão dos serviços com sistema construtivo tradicional, onde foram calculados os índices de evolução física, ponderados de acordo com a duração de cada um dos serviços.

A estratégia de execução do edifício escolhido para estudo que utilizou o sistema construtivo já descrito anteriormente, representa a estratégia comumente adotada pelas empresas construtoras que não utilizam o trabalho de planejamento físico de suas obras e suas vantagens intrínsecas. Porém observa-se uma tendência, mesmo entre as empresas que utilizam apenas este sistema tradicional, que cada vez mais elas vêm utilizando o planejamento da execução de seus empreendimentos.

No caso específico deste sistema construtivo tradicional verifica-se que esta estratégia não prejudica o andamento da obra como um todo, em termos de tempo total de execução do empreendimento.

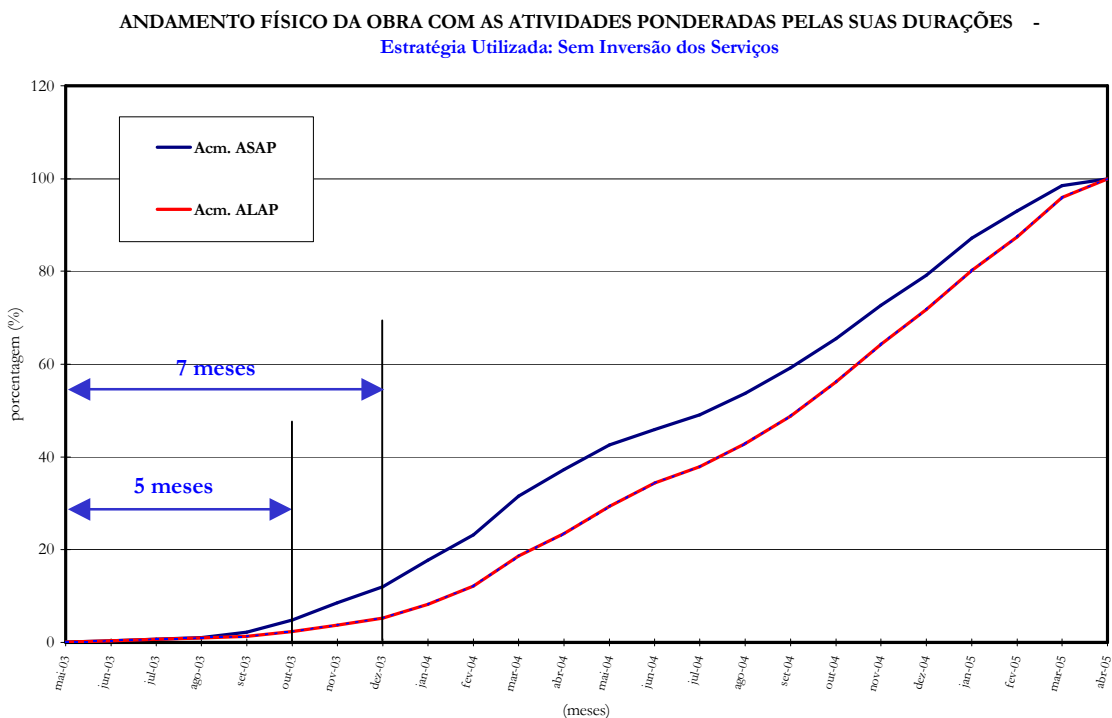


FIGURA 16: CURVAS: “ASAP” E “ALAP” REFERENTES AO EMPREENDIMENTO DE SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL EXECUTADO UTILIZANDO A ESTRATÉGIA SEM INVERSÃO DOS SERVIÇOS.

Observa-se através dessas simulações, realizadas com a estratégia de execução sem inversão dos serviços, em “ASAP” e “ALAP”, que mesmo sendo executados no mesmo tempo total, cerca de 9 meses, poucos são os serviços que podem ser executados antecipadamente, principalmente por questões técnicas.

Assim sendo, as curvas não apresentam desenvolvimentos muito diferentes entre si. Onde se observa a maior discrepância entre o desenvolvimento das duas curvas é entre o 5º e o 7º mês de obra. Isso ocorre porque são iniciados os serviços de obra bruta, pois na programação “ASAP”, há a possibilidade da postergação da data de início dos serviços, já que as folgas, nesse momento da obra, ainda são da ordem de cerca de 30 dias trabalhados.

4.4.1.2. Inversão total

Na Figura 17 a seguir, é mostrado a etapa de obra fina do empreendimento executado no sistema construtivo tradicional, utilizando-se a estratégia de execução com a inversão total dos serviços a partir desta etapa e programação “ASAP”. Observa-se que o tempo total de execução desta etapa, neste caso é de cerca de 9 meses, porém existem folgas nos serviços a partir da execução dos acabamentos elétricos e luminárias, que poderiam ser executados posteriormente, sem sacrifício da data final. Pode-se observar em anexo, o cronograma na sua totalidade.



FIGURA 17: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, COM INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

No Cronograma 3 pode-se observar, de forma global todos os serviços no caso do uso do sistema tradicional, adotando-se a estratégia com inversão total dos serviços, na sua programação “ASAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Jul '03	Aug '03	Sep '03	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05	Jul '05					
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	480 d	23/05/03	25/05/05	-18 d	[Gantt bar for EMPREENDIMENTO VINTAGE]																													
1	TORRE B	480 d	23/05/03	25/05/05	-18 d	[Gantt bar for TORRE B]																													
2	ESTRUTURAS	180 d	23/05/03	18/02/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURAS]																													
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	08/07/03	10/12/03	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA TORRE TIPO]																													
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	11/12/03	21/01/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX]																													
30	ESTRUTURA DO ATÍCO	20 d	22/01/04	18/02/04	6 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DO ATÍCO]																													
121	OBRA BRUTA INTERNA	325 d	08/09/03	18/01/05	20 d	[Gantt bar for OBRA BRUTA INTERNA]																													
122	CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA	117 d	08/09/03	08/03/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA]																													
143	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	120 d	10/09/03	15/03/04	0 d	[Gantt bar for MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO]																													
164	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	120 d	17/09/03	22/03/04	7 d	[Gantt bar for ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO]																													
185	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	120 d	24/09/03	29/03/04	35 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS]																													
206	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	120 d	01/10/03	05/04/04	35 d	[Gantt bar for CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS]																													
227	DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO	120 d	09/10/03	16/04/04	35 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO]																													
269	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	120 d	23/10/03	03/05/04	35 d	[Gantt bar for CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS]																													
290	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	120 d	30/10/03	10/05/04	35 d	[Gantt bar for PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS]																													
311	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	120 d	06/11/03	17/05/04	35 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS]																													
332	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES	120 d	13/11/03	24/05/04	40 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES]																													
374	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	147,5 d	27/11/03	19/07/04	18 d	[Gantt bar for FIXAÇÃO DA ALVENARIA]																													
458	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	107 d	26/01/04	05/07/04	18 d	[Gantt bar for ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS]																													
479	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	107 d	02/02/04	13/07/04	18 d	[Gantt bar for POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS]																													
500	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	110,5 d	09/02/04	26/07/04	18 d	[Gantt bar for EMBOÇO ÁREAS FRIAS]																													
521	GESSO EM ÁREAS SECAS	100 d	17/08/04	18/01/05	-18 d	[Gantt bar for GESSO EM ÁREAS SECAS]																													
563	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	110,5 d	19/02/04	05/08/04	171,5 d	[Gantt bar for ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)]																													
584	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	120 d	10/09/03	15/03/04	263 d	[Gantt bar for PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS]																													
605	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	109 d	01/10/03	19/03/04	263 d	[Gantt bar for CHUMBAMENTO DE PRUMADAS]																													
626	FACHADAS	370 d	23/10/03	18/05/05	-13 d	[Gantt bar for FACHADAS]																													
630	MONTAGEM DE BALANCIM	101 d	04/03/04	02/08/04	97 d	[Gantt bar for MONTAGEM DE BALANCIM]																													
634	CHAPISCO	88 d	23/03/04	02/08/04	86 d	[Gantt bar for CHAPISCO]																													
639	EMBOÇO EXTERNO	68 d	11/05/04	16/08/04	86 d	[Gantt bar for EMBOÇO EXTERNO]																													
661	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	48,5 d	13/05/04	22/07/04	159 d	[Gantt bar for PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA]																													
682	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	30 d	23/06/04	04/08/04	132,5 d	[Gantt bar for PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS]																													
703	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	02/02/05	28/04/05	1 d	[Gantt bar for MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO]																													
725	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	40 d	16/07/04	13/09/04	132,5 d	[Gantt bar for ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO]																													
746	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	40 d	27/07/04	22/09/04	132,5 d	[Gantt bar for INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS]																													
788	OBRA FINA INTERNA	177 d	24/08/04	25/05/05	-18 d	[Gantt bar for OBRA FINA INTERNA]																													
789	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	100 d	24/08/04	25/01/05	-18 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE AZULEJO]																													
810	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	98 d	31/08/04	28/01/05	-18 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS]																													
831	PISO CERÂMICO	100 d	03/09/04	04/02/05	-18 d	[Gantt bar for PISO CERÂMICO]																													
852	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100 d	13/09/04	16/02/05	-18 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO]																													
873	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100 d	20/09/04	23/02/05	-18 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS]																													
894	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100 d	27/09/04	02/03/05	-18 d	[Gantt bar for REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES]																													
957	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100 d	19/10/04	23/03/05	-18 d	[Gantt bar for FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO]																													
978	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100 d	26/10/04	31/03/05	-18 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA]																													
1020	APARELHAMENTO DE PINTURA	100 d	10/11/04	20/04/05	-18 d	[Gantt bar for APARELHAMENTO DE PINTURA]																													
1041	PORTA-PRONTA	99 d	19/11/04	27/04/05	-18 d	[Gantt bar for PORTA-PRONTA]																													
1083	1o. DEMÃO DE PINTURA	100 d	02/12/04	11/05/05	-18 d	[Gantt bar for 1o. DEMÃO DE PINTURA]																													
1104	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	98 d	09/12/04	16/05/05	-18 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS]																													
1125	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	97 d	15/12/04	19/05/05	-18 d	[Gantt bar for ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS]																													
1146	PINTURA FINAL INTERNA	96 d	20/12/04	23/05/05	-18 d	[Gantt bar for PINTURA FINAL INTERNA]																													

Folga		Atividade Crítica		Serviço Executado		Etapa Geral		VINTAGE	
Atividade		Serviço Crítico		Pausa em Atividade Executada		Serviços da torre A			
Serviço		Atividade Executada		Pausa na Etapa Executada		Serviços da torre B			

Com a estratégia de inversão total dos serviços, porém na sua programação “ALAP”, é possível observar na Figura 18 que a partir do serviço de colocação de louças e metais, os serviços foram postergados cerca de 1 a 2 meses. Essa análise também pode ser feita em relação ao desembolso para realização dos serviços. Essa solução resulta em um final de obra conveniente aos seus financiadores, pois é quando existem desembolsos para a regularização e finalização do empreendimento. Verifica-se que o tempo total para a execução da etapa não foi alterado, permanecendo em cerca de 9 meses, porém sem nenhuma folga nos serviços.

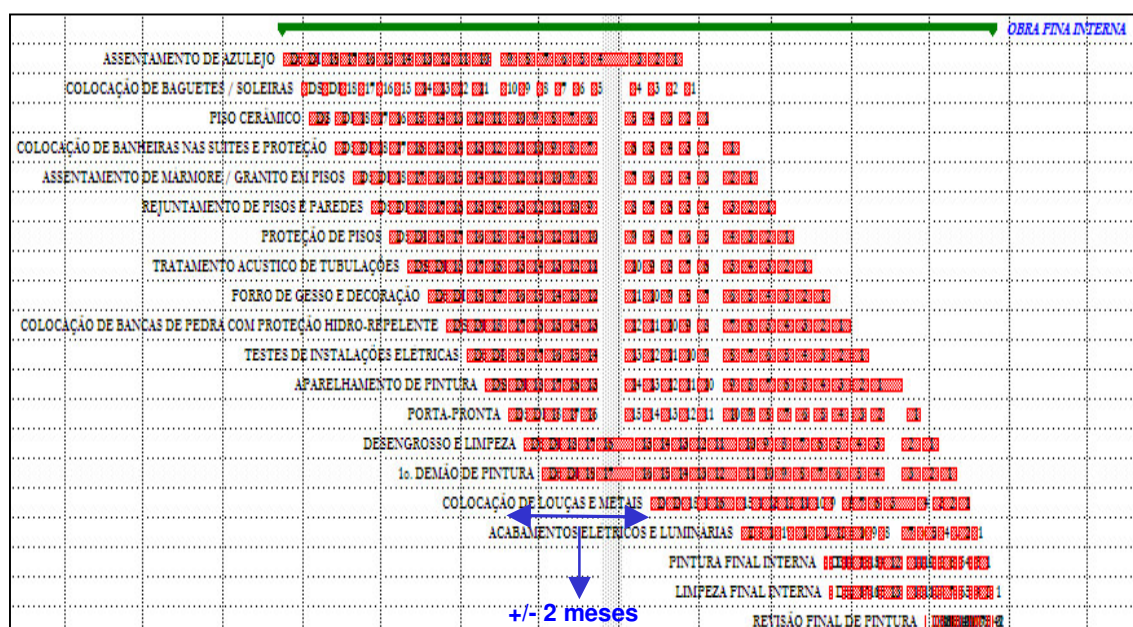


FIGURA 18: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, COM INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

A seguir, no Cronograma 4 pode-se observar a totalidade da obra que utilizou o sistema construtivo tradicional, com a estratégia de inversão total dos serviços e programação “ALAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Jul '03	Aug '03	Sep '03	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05	Jul '05			
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	480 d	23/05/03	25/05/05	0 d	[Gantt bar for EMPREENDIMENTO VINTAGE]																											
1	TORRE B	480 d	23/05/03	25/05/05	0 d	[Gantt bar for TORRE B]																											
2	ESTRUTURAS	480 d	23/05/03	25/05/05	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURAS]																											
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	16/07/03	17/12/03	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA TORRE TIPO]																											
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	18/12/03	28/01/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX]																											
30	ESTRUTURA DO ÁTICO	20 d	29/01/04	01/03/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DO ÁTICO]																											
121	OBRA BRUTA INTERNA	380 d	16/10/03	25/05/05	0 d	[Gantt bar for OBRA BRUTA INTERNA]																											
122	CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA	97 d	16/10/03	17/03/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA]																											
143	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	100 d	20/10/03	24/03/04	0 d	[Gantt bar for MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO]																											
164	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	100 d	27/10/03	31/03/04	0 d	[Gantt bar for ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO]																											
185	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	116 d	13/11/03	18/05/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS]																											
206	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	116 d	20/11/03	25/05/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS]																											
227	DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO	116 d	27/11/03	01/06/04	0 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO DE GÁS EM PISO]																											
269	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	116 d	11/12/03	16/06/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS]																											
290	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	116 d	18/12/03	23/06/04	0 d	[Gantt bar for PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS]																											
311	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	116 d	08/01/04	30/06/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS]																											
332	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES	116 d	15/01/04	07/07/04	0 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES]																											
374	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	137 d	08/01/04	30/07/04	0 d	[Gantt bar for FIXAÇÃO DA ALVENARIA]																											
458	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	100 d	26/02/04	23/07/04	0 d	[Gantt bar for ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS]																											
479	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	100 d	04/03/04	30/07/04	0 d	[Gantt bar for POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS]																											
500	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	100 d	11/03/04	06/08/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO ÁREAS FRIAS]																											
521	GESSO EM ÁREAS SECAS	100 d	17/08/04	18/01/05	0 d	[Gantt bar for GESSO EM ÁREAS SECAS]																											
563	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	190 d	20/04/04	28/01/05	0 d	[Gantt bar for ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)]																											
584	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	100 d	09/08/04	10/01/05	0 d	[Gantt bar for PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS]																											
605	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	40 d	23/03/05	25/05/05	0 d	[Gantt bar for CHUMBAMENTO DE PRUMADAS]																											
626	FACHADAS	282 d	19/03/04	25/05/05	0 d	[Gantt bar for FACHADAS]																											
630	MONTAGEM DE BALANCIM	282 d	19/03/04	25/05/05	0 d	[Gantt bar for MONTAGEM DE BALANCIM]																											
634	CHAPISCO	80 d	02/04/04	02/08/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO]																											
639	EMBOÇO EXTERNO	60 d	21/05/04	16/08/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO EXTERNO]																											
661	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	51 d	02/03/05	19/05/05	0 d	[Gantt bar for PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA]																											
682	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	51,5 d	03/03/05	23/05/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS]																											
703	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	04/03/05	25/05/05	0 d	[Gantt bar for MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO]																											
725	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	44 d	15/03/05	23/05/05	0 d	[Gantt bar for INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS]																											
767	OBRA FINA INTERNA	177 d	24/08/04	25/05/05	0 d	[Gantt bar for OBRA FINA INTERNA]																											
768	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	100 d	24/08/04	25/01/05	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE AZULEJO]																											
789	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	98 d	31/08/04	28/01/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS]																											
810	PISO CERÂMICO	100 d	03/09/04	04/02/05	0 d	[Gantt bar for PISO CERÂMICO]																											
831	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100 d	13/09/04	16/02/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO]																											
852	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100 d	20/09/04	23/02/05	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS]																											
873	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100 d	27/09/04	02/03/05	0 d	[Gantt bar for REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES]																											
936	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100 d	19/10/04	23/03/05	0 d	[Gantt bar for FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO]																											
957	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100 d	26/10/04	31/03/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA]																											
999	APARELHAMENTO DE PINTURA	100 d	10/11/04	20/04/05	0 d	[Gantt bar for APARELHAMENTO DE PINTURA]																											
1020	PORTA-PRONTA	99 d	19/11/04	27/04/05	0 d	[Gantt bar for PORTA-PRONTA]																											
1062	1o. DEMÃO DE PINTURA	100 d	02/12/04	11/05/05	0 d	[Gantt bar for 1o. DEMÃO DE PINTURA]																											
1083	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	79 d	13/01/05	16/05/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS]																											
1104	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	60 d	17/02/05	19/05/05	0 d	[Gantt bar for ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS]																											
1125	PINTURA FINAL INTERNA	40 d	21/03/05	23/05/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA FINAL INTERNA]																											

Folga		Atividade Crítica		Serviço Executado		Etapa Geral		VINTAGE	
Atividade		Serviço Crítico		Pausa em Atividade Executada		Serviços da torre A			
Serviço		Atividade Executada		Pausa na Etapa Executada		Serviços da torre B			

Na Figura 19 são mostradas as curvas: “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado com a utilização de sistema construtivo tradicional, onde foram calculados os índices de evolução física, novamente ponderados de acordo com a duração de cada um dos serviços, com a utilização da estratégia de execução dos serviços com inversão total de sua trajetória.

Observa-se através dessas simulações, realizadas com a estratégia de execução com inversão total dos serviços, em “ASAP” e “ALAP”, que também neste caso, mesmo sendo executados no mesmo tempo total, cerca de 9 meses, são poucos os serviços que podem ser executados antecipadamente, por questões técnicas. Porém os serviços que podem ser postergados e o tempo de postergação, sem prejuízo no tempo total são fatores convenientes ao fluxo de caixa do empreendimento.

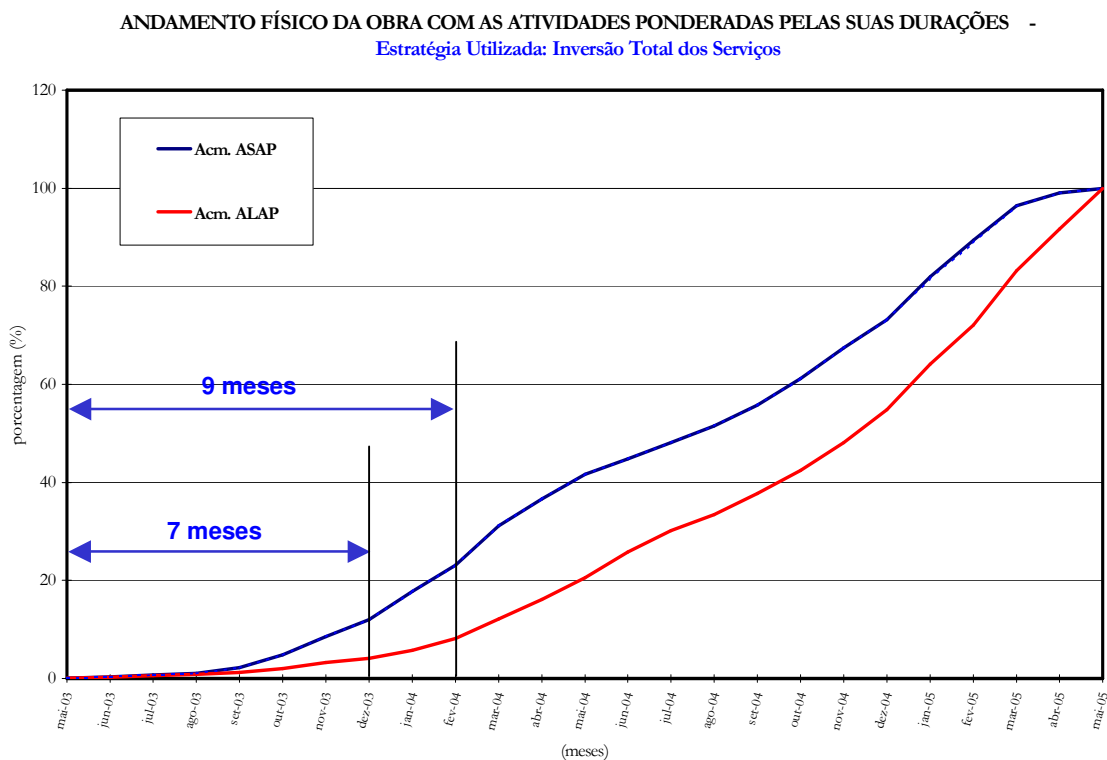


FIGURA 19: CURVAS: “ASAP” E “ALAP” REFERENTES AO EMPREENDIMENTO COM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL EXECUTADO UTILIZANDO A ESTRATÉGIA DE INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS.

Assim sendo, apesar das curvas apresentarem desenvolvimentos semelhantes, verifica-se que entre o 7º e o 9º mês de obra, a distância entre as curvas é de cerca de 20% de índice ao longo de toda a obra. Tal fato, também neste caso, ocorre devido ao início da execução dos serviços de obra bruta, que na programação “ASAP” os serviços ainda possuem folgas de cerca de 35 dias trabalhados.

Porém, observa-se que esta estratégia de execução faz com que o tempo total de execução do empreendimento se altere em relação à estratégia sem inversão dos serviços. No caso da adoção da estratégia sem inversão dos serviços o tempo total de execução do empreendimento é de 462 dias trabalhados, enquanto se a estratégia com inversão total dos serviços for adotada, esse tempo total sobe para 480 dias trabalhados, ou seja, cerca de 1 mês a mais, em dias corridos.

Tal fato ocorre devido ao fato de que para se dar início à execução dos serviços de obra fina, de onde se inicia a inversão total dos serviços, há necessidade de que todos os serviços de obra bruta estejam finalizados, além da impermeabilização da cobertura geral, já que esta etapa é de acabamento e a entrada de água causaria danos aos serviços já executados.

4.4.1.3. Inversão parcial

A estratégia de execução de um edifício vertical, que utiliza a programação “ASAP” pode ser observada na Figura 20 a seguir, onde os serviços de acabamento não apresentam-se críticos no cronograma físico. Isso ocorre pelo fato de que não existe a necessidade de esperas para o início da execução desta etapa de obra fina, já que é executada uma impermeabilização provisória no pavimento onde será invertida a obra.

O tempo total de execução desta etapa de obra fina é de cerca de 9 meses, como ocorrido nas estratégias estudadas anteriormente, porém com folgas de cerca de 45 dias trabalhados, ou 2 meses corridos. Tal fato traduz uma antecipação de desembolsos para a realização de serviços de acabamento, que são os mais caros da obra. E mesmo sendo confortável à equipe que executa a obra, não é nada conveniente a quem é dono do negócio.

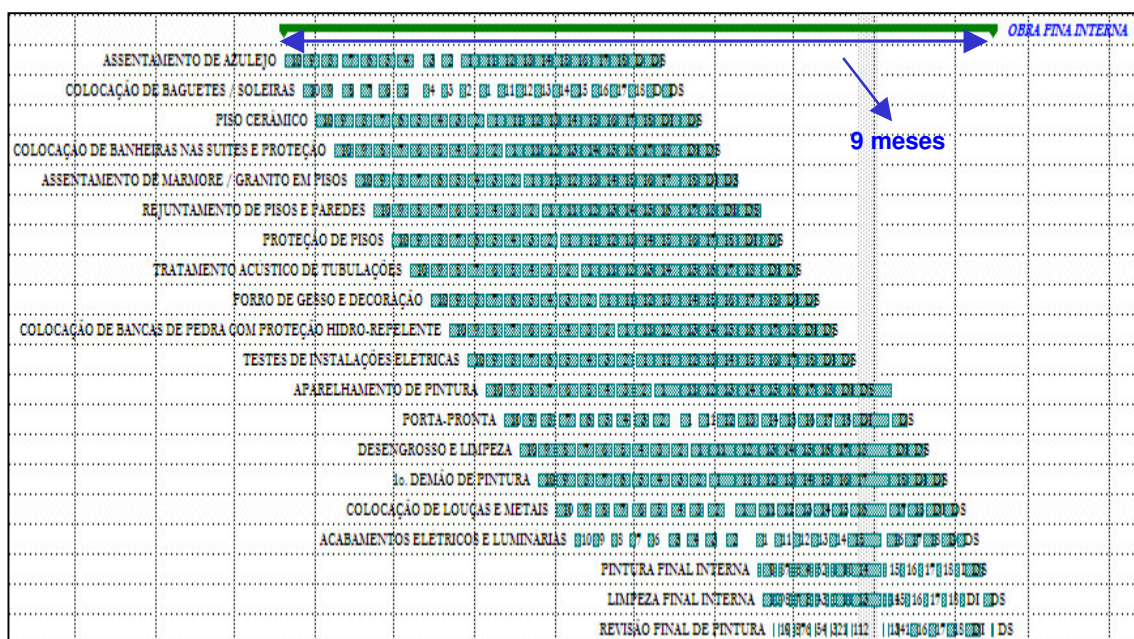


FIGURA 20: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, COM INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

O cronograma geral da estratégia que utiliza a inversão parcial dos serviços com programação “ASAP” pode ser observado no Cronograma 5, a seguir.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Jun '03	Jul '03	Aug '03	Sep '03	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05	
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Barra de progresso geral]																									
1	TORRE B	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Barra de progresso Torre B]																									
2	ESTRUTURAS	180 d	23/05/03	18/02/04	0 d	[Barra de progresso Estruturas]																									
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	08/07/03	10/12/03	0 d	[Barra de progresso Torre Tipo]																									
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	11/12/03	21/01/04	0 d	[Barra de progresso Estrutura da Cobertura Duplex]																									
30	ESTRUTURA DO ÁTICO	20 d	22/01/04	18/02/04	6 d	[Barra de progresso Estrutura do Ático]																									
122	OBRA BRUTA INTERNA	258,5 d	08/09/03	04/10/04	20 d	[Barra de progresso Obra Bruta Interna]																									
123	CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA	117 d	08/09/03	08/03/04	0 d	[Barra de progresso Chapisco Rolado]																									
144	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	120 d	10/09/03	15/03/04	0 d	[Barra de progresso Marcação de Alvenaria]																									
165	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	120 d	17/09/03	22/03/04	7 d	[Barra de progresso Alvenaria no Pavimento]																									
186	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	120 d	24/09/03	29/03/04	58 d	[Barra de progresso Caixas Elétricas - Áreas Secas]																									
207	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	120 d	01/10/03	05/04/04	58 d	[Barra de progresso Contrapiso - Áreas Secas]																									
270	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	120 d	23/10/03	03/05/04	72 d	[Barra de progresso Contrapiso - Cozinhas e Áreas de Serviços]																									
291	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	120 d	30/10/03	10/05/04	72 d	[Barra de progresso Pontos e Faixas - Áreas Molhadas]																									
312	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	120 d	06/11/03	17/05/04	72 d	[Barra de progresso Caixas Elétricas - Áreas Molhadas]																									
333	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA EM PAREDES	120 d	13/11/03	24/05/04	77 d	[Barra de progresso Distribuição Hidráulica - Paredes]																									
375	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	147,5 d	27/11/03	19/07/04	44,5 d	[Barra de progresso Fixação da Alvenaria]																									
459	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	107 d	26/01/04	05/07/04	48 d	[Barra de progresso Enfição Elétrica e Proteção de Quadros]																									
480	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	107 d	02/02/04	13/07/04	48 d	[Barra de progresso Posicionamento e Chumbamento de Contramarcos]																									
501	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	110,5 d	09/02/04	26/07/04	44,5 d	[Barra de progresso Emboço Áreas Frias]																									
522	GESSO EM ÁREAS SECAS	99,5 d	13/05/04	04/10/04	45 d	[Barra de progresso Gesso em Áreas Secas]																									
564	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	110,5 d	19/02/04	05/08/04	171,5 d	[Barra de progresso Aranhas Sanitárias (Coletores)]																									
585	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	120 d	10/09/03	15/03/04	263 d	[Barra de progresso Prumadas Hidro-Sanitárias]																									
606	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	109 d	01/10/03	19/03/04	263 d	[Barra de progresso Chumbamento de Prumadas]																									
627	FACHADAS	356 d	23/10/03	28/04/05	1 d	[Barra de progresso Fachadas]																									
628	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE GUINCHO	163 d	23/10/03	02/07/04	86 d	[Barra de progresso Montagem / Desmontagem de Guincho]																									
631	MONTAGEM DE BALANÇIM	101 d	04/03/04	02/08/04	97 d	[Barra de progresso Montagem de Balançim]																									
635	CHAPISCO	88 d	23/03/04	02/08/04	86 d	[Barra de progresso Chapisco]																									
640	EMBOÇO EXTERNO	68 d	11/05/04	16/08/04	86 d	[Barra de progresso Emboço Externo]																									
662	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	48,5 d	13/05/04	22/07/04	152 d	[Barra de progresso Peitoril de Janelas / Capas de Sacada]																									
683	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	37 d	25/06/04	18/08/04	135,5 d	[Barra de progresso Pintura Preliminar de Entre-Vãos]																									
704	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	02/02/05	28/04/05	1 d	[Barra de progresso Massa Raspada Tipo Travertino]																									
726	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	40 d	08/07/04	03/09/04	134,5 d	[Barra de progresso Esquadrias de Alumínio]																									
747	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	40 d	20/07/04	15/09/04	134,5 d	[Barra de progresso Instalação de Vidros em Esquadrias]																									
789	OBRA FINA INTERNA	177,5 d	20/05/04	15/02/05	44,5 d	[Barra de progresso Obra Fina Interna]																									
790	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	99,5 d	20/05/04	11/10/04	45 d	[Barra de progresso Assentamento de Azulejo]																									
811	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	97,5 d	27/05/04	15/10/04	45 d	[Barra de progresso Colocação de Baguetes / Soleiras]																									
832	PISO CERÂMICO	100,5 d	01/06/04	25/10/04	44,5 d	[Barra de progresso Piso Cerâmico]																									
853	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100,5 d	08/06/04	01/11/04	44,5 d	[Barra de progresso Colocação de Banheiras nas Suites e Proteção]																									
874	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100,5 d	16/06/04	09/11/04	44,5 d	[Barra de progresso Assentamento de Mármore / Granito em Pisos]																									
895	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100,5 d	23/06/04	18/11/04	44,5 d	[Barra de progresso Rejuntamento de Pisos e Paredes]																									
958	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100,5 d	15/07/04	09/12/04	44,5 d	[Barra de progresso Forro de Gesso e Decoração]																									
979	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100,5 d	22/07/04	16/12/04	44,5 d	[Barra de progresso Colocação de Bancas de Pedra]																									
1021	APARELHAMENTO DE PINTURA	100,5 d	05/08/04	07/01/05	44,5 d	[Barra de progresso Aparelhamento de Pintura]																									
1042	PORTA-PRONTA	99,5 d	12/08/04	13/01/05	44,5 d	[Barra de progresso Porta-Pronta]																									
1063	DESENGROSSO E LIMPEZA	100,5 d	18/08/04	20/01/05	44,5 d	[Barra de progresso Desengrosso e Limpeza]																									
1084	1o. DEMÃO DE PINTURA	100,5 d	25/08/04	27/01/05	44,5 d	[Barra de progresso 1o. Demão de Pintura]																									
1105	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	98,5 d	01/09/04	01/02/05	44,5 d	[Barra de progresso Colocação de Louças e Metais]																									
1126	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	97,5 d	08/09/04	04/02/05	44,5 d	[Barra de progresso Acabamentos Elétricos e Luminárias]																									
1147	PINTURA FINAL INTERNA	53,5 d	17/11/04	11/02/05	44,5 d	[Barra de progresso Pintura Final Interna]																									
1168	LIMPEZA FINAL INTERNA	53,5 d	19/11/04	15/02/05	44,5 d	[Barra de progresso Limpeza Final Interna]																									

Folga: [Ícone] Serviço [Ícone] Serviço Crítico [Ícone] Serviço Executado [Ícone] Pausa na Etapa Executada [Ícone] Serviços da torre A [Ícone] VINTAGE [Ícone]

Atividade: [Ícone] Atividade Crítica [Ícone] Atividade Executada [Ícone] Pausa em Atividade Executada [Ícone] Etapa Geral [Ícone] Serviços da torre B [Ícone]

Na Figura 21 a seguir, pode-se observar a programação “ALAP” na adoção da estratégia de execução com inversão parcial dos serviços a partir da etapa de obra fina. Aqui se observa que o tempo total de execução da etapa também é de cerca de 9 meses, porém defasado de cerca de 2 meses em relação à programação “ASAP”, já que nesse caso, todas as folgas foram consumidas antes da data de início da execução dos serviços de acabamento.

Outro ponto a ser observado é que dentro da seqüência de serviços ocorrem ainda mais situações de postergações de datas de início da execução dos serviços, tais como o início da colocação de louças e metais, que se inicia cerca de 1 mês após o início da execução da 1ª demão de pintura. Isso não ocorre na programação “ASAP”, em que a execução de um serviço tem início imediatamente após o início do outro. Outra análise é referente ao serviço de pintura final, que na programação “ALAP” tem sua data de início defasada cerca de 4 meses, enquanto na programação “ASAP”, esta defasagem é de cerca de 2,5 meses.



FIGURA 21: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO EM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL, COM INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

Em seguida, no Cronograma 6 pode-se observar de maneira geral a estratégia com a inversão parcial dos serviços e programação “ALAP”.

A Figura 22 mostra as curvas “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado com a utilização do sistema construtivo tradicional, onde foram calculados os índices de evolução física, novamente ponderados de acordo com a duração de cada um dos serviços, com a utilização da estratégia de execução de todos os serviços com inversão parcial na sua trajetória.

Observa-se através dessas simulações, realizadas com a estratégia de execução com inversão parcial dos serviços a partir da etapa de obra fina, em “ASAP” e “ALAP”, que também neste caso a etapa de obra fina também é executada no mesmo tempo total, de cerca de 9 meses.

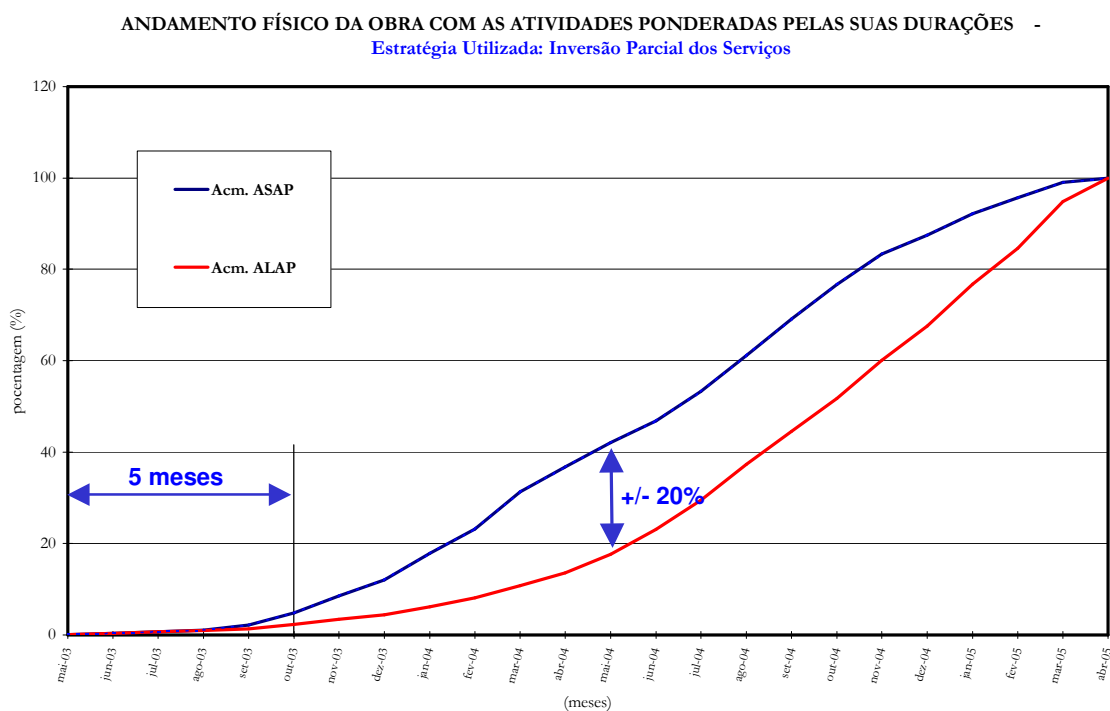


FIGURA 22: CURVAS: “ASAP” E “ALAP” REFERENTES AO EMPREENDIMENTO EXECUTADO COM SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL E UTILIZANDO A ESTRATÉGIA DE INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Jun '03	Jul '03	Aug '03	Sep '03	Oct '03	Nov '03	Dec '03	Jan '04	Feb '04	Mar '04	Apr '04	May '04	Jun '04	Jul '04	Aug '04	Sep '04	Oct '04	Nov '04	Dec '04	Jan '05	Feb '05	Mar '05	Apr '05	May '05	Jun '05	
0	EMPREENDIMENTO VINTAGE	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for EMPREENDIMENTO VINTAGE]																									
1	TORRE B	462 d	23/05/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for TORRE B]																									
2	ESTRUTURAS	185 d	23/05/03	01/03/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURAS]																									
6	ESTRUTURA DA TORRE TIPO	110 d	08/07/03	10/12/03	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA TORRE TIPO]																									
25	ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX	20 d	11/12/03	21/01/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DA COBERTURA DUPLEX]																									
30	ESTRUTURA DO ÁTICO	20 d	29/01/04	01/03/04	0 d	[Gantt bar for ESTRUTURA DO ÁTICO]																									
122	OBRA BRUTA INTERNA	369 d	07/10/03	29/04/05	0 d	[Gantt bar for OBRA BRUTA INTERNA]																									
123	CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA	97 d	07/10/03	08/03/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO ROLADO NA ESTRUTURA]																									
144	MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO	100 d	09/10/03	15/03/04	0 d	[Gantt bar for MARCAÇÃO DE ALVENARIA NO TIPO]																									
165	ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO	100 d	27/10/03	31/03/04	0 d	[Gantt bar for ALVENARIA NO PAVIMENTO E ELETRODUTOS NO TIPO]																									
186	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS	134 d	16/12/03	16/07/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS SECAS]																									
207	CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS	134 d	06/01/04	23/07/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO NAS ÁREAS SECAS]																									
270	CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS	115 d	26/02/04	13/08/04	0 d	[Gantt bar for CONTRAPISO EM COZINHAS E ÁREAS DE SERVIÇOS]																									
291	PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS	115 d	04/03/04	20/08/04	0 d	[Gantt bar for PONTOS E FAIXAS NAS ÁREAS MOLHADAS]																									
312	CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS	115 d	11/03/04	27/08/04	0 d	[Gantt bar for CAIXAS ELÉTRICAS NA ALVENARIA - ÁREAS MOLHADAS]																									
333	DISTRIBUIÇÃO HIDRAULICA EM PAREDES	120 d	18/03/04	13/09/04	0 d	[Gantt bar for DISTRIBUIÇÃO HIDRAULICA EM PAREDES]																									
375	FIXAÇÃO DA ALVENARIA	137 d	02/03/04	20/09/04	0 d	[Gantt bar for FIXAÇÃO DA ALVENARIA]																									
459	ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS	100 d	22/04/04	13/09/04	0 d	[Gantt bar for ENFIAÇÃO ELÉTRICA E PROTEÇÃO DE QUADROS]																									
480	POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS	100 d	29/04/04	20/09/04	0 d	[Gantt bar for POSICIONAMENTO E CHUMBAMENTO DE CONTRAMARCOS]																									
501	EMBOÇO ÁREAS FRIAS	100 d	06/05/04	27/09/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO ÁREAS FRIAS]																									
522	GESSO EM ÁREAS SECAS	100 d	19/07/04	10/12/04	0 d	[Gantt bar for GESSO EM ÁREAS SECAS]																									
564	ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)	100 d	18/05/04	07/10/04	127 d	[Gantt bar for ARANHAS SANITÁRIAS (COLETORES)]																									
585	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	100 d	14/07/04	07/12/04	0 d	[Gantt bar for PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS]																									
606	CHUMBAMENTO DE PRUMADAS	94 d	28/07/04	13/12/04	84 d	[Gantt bar for CHUMBAMENTO DE PRUMADAS]																									
627	FACHADAS	227,5 d	17/05/04	29/04/05	0 d	[Gantt bar for FACHADAS]																									
628	MONTAGEM / DESMONTAGEM DE GUINCHO	10 d	22/10/04	05/11/04	0 d	[Gantt bar for MONTAGEM / DESMONTAGEM DE GUINCHO]																									
631	MONTAGEM DE BALANÇIM	124,5 d	17/05/04	16/11/04	0 d	[Gantt bar for MONTAGEM DE BALANÇIM]																									
635	CHAPISCO	129,5 d	31/05/04	07/12/04	0 d	[Gantt bar for CHAPISCO]																									
640	EMBOÇO EXTERNO	109,5 d	14/07/04	21/12/04	0 d	[Gantt bar for EMBOÇO EXTERNO]																									
662	PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA	46 d	04/01/05	11/03/05	0 d	[Gantt bar for PEITORIL DE JANELAS / CAPAS DE SACADA]																									
683	PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS	51,5 d	19/01/05	06/04/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA PRELIMINAR DE ENTRE-VÃOS]																									
704	MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO	52,5 d	03/02/05	29/04/05	0 d	[Gantt bar for MASSA RASPADA TIPO TRAVERTINO]																									
726	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	50,5 d	31/01/05	22/04/05	0 d	[Gantt bar for ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO]																									
747	INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS	45,5 d	14/02/05	26/04/05	0 d	[Gantt bar for INSTALAÇÃO DE VIDROS EM ESQUADRIAS]																									
789	OBRA FINA INTERNA	177 d	26/07/04	26/04/05	0 d	[Gantt bar for OBRA FINA INTERNA]																									
790	ASSENTAMENTO DE AZULEJO	100 d	26/07/04	17/12/04	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE AZULEJO]																									
811	COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS	98 d	02/08/04	22/12/04	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BAGUETES / SOLEIRAS]																									
832	PISO CERÂMICO	100 d	05/08/04	06/01/05	0 d	[Gantt bar for PISO CERÂMICO]																									
853	COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO	100 d	12/08/04	13/01/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANHEIRAS NAS SUITES E PROTEÇÃO]																									
874	ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS	100 d	19/08/04	20/01/05	0 d	[Gantt bar for ASSENTAMENTO DE MÁRMORE / GRANITO EM PISOS]																									
895	REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES	100 d	26/08/04	27/01/05	0 d	[Gantt bar for REJUNTAMENTO DE PISOS E PAREDES]																									
958	FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO	100 d	17/09/04	22/02/05	0 d	[Gantt bar for FORRO DE GESSO E DECORAÇÃO]																									
979	COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA	100 d	24/09/04	01/03/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE BANCAS DE PEDRA]																									
1021	APARELHAMENTO DE PINTURA	100 d	08/10/04	15/03/05	0 d	[Gantt bar for APARELHAMENTO DE PINTURA]																									
1042	PORTA-PRONTA	99 d	18/10/04	21/03/05	0 d	[Gantt bar for PORTA-PRONTA]																									
1063	DESENGROSSO E LIMPEZA	100 d	22/10/04	29/03/05	0 d	[Gantt bar for DESENGROSSO E LIMPEZA]																									
1084	1o. DEMÃO DE PINTURA	100 d	29/10/04	05/04/05	0 d	[Gantt bar for 1o. DEMÃO DE PINTURA]																									
1105	COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS	79 d	07/12/04	08/04/05	0 d	[Gantt bar for COLOCAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS]																									
1126	ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS	60 d	14/01/05	13/04/05	0 d	[Gantt bar for ACABAMENTOS ELÉTRICOS E LUMINÁRIAS]																									
1147	PINTURA FINAL INTERNA	40 d	18/02/05	22/04/05	0 d	[Gantt bar for PINTURA FINAL INTERNA]																									
1168	LIMPEZA FINAL INTERNA	40 d	22/02/05	26/04/05	0 d	[Gantt bar for LIMPEZA FINAL INTERNA]																									

Folga: [Grey box] Serviço: [Blue box] Serviço Crítico: [Red box] Serviço Executado: [Green box] Pausa na Etapa Executada: [Light Green box] Serviços da torre A: [Dotted Green box] VINTAGE: [Red arrow]

Atividade: [Blue box] Atividade Crítica: [Red box] Atividade Executada: [Green box] Pausa em Atividade Executada: [Light Green box] Etapa Geral: [Grey arrow] Serviços da torre B: [Dotted Green box]

Observa-se também que a partir do 5º mês de obra, as curvas começam a distanciar-se entre si, do que se pode concluir que as folgas existentes na programação “ASAP” podem ser consumidas, já que a diferença entre as curvas é de mais de 20% em cerca de 9 meses de obra.

Verifica-se também que esta estratégia de execução faz com que o tempo total de execução do empreendimento se altere em relação à estratégia com inversão total dos serviços, porém não se altere em relação à estratégia sem inversão (tudo subindo). No caso da adoção da estratégia sem inversão dos serviços o tempo total de execução do empreendimento é de 462 dias trabalhados, o mesmo prazo total ocorrido se a estratégia com inversão parcial dos serviços for adotada, ou seja, cerca de 1 mês, em dias corridos, em relação aos 480 dias trabalhados obtidos na estratégia com inversão total dos serviços.

4.4.2. Estudo de caso 2: Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”

Foi escolhido para estudo de caso 2, um edifício residencial com 17 pavimentos tipo executado em 17 meses, na cidade de São Paulo, capital. Foi utilizado como sistema construtivo a execução de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, com a utilização de fôrmas em madeira compensada plastificada, com travamento metálico, escoramento também metálico, lajes planas nervuradas em concreto armado, com a utilização de fôrmas plásticas do tipo “cabaças”. Para as vedações internas foi utilizado gesso acartonado, com exceção das paredes em alvenaria na frente do elevador e na caixa de escada. As instalações elétricas foram executadas através de dutos flexíveis fixados pelo teto do próprio pavimento e as instalações hidráulicas, executadas com sistema PEX, através de tubulação flexível, localizada no teto do pavimento inferior.

4.4.2.1. Sem inversão de obra

Esta estratégia de execução do edifício sem a inversão dos serviços é a mais comumente adotada pelas empresas construtoras brasileiras. No caso específico do sistema construtivo e da estratégia utilizada, verifica-se que existe a necessidade de esperas em alguns serviços para que ocorra o início da execução

de outros, como exemplo é a espera das etapas de obra seca e fina, que somente são executadas após a impermeabilização da cobertura.

Essa simulação de planejamento adotou a estratégia de execução seqüencial da estrutura, que é a vedação externa propriamente dita, assim como para todas as demais etapas subseqüentes da obra. Para que houvesse viabilidade de execução dos serviços sem a posterior necessidade de paralisação dos mesmos por falta de frente de trabalho, adotou-se a estratégia de início da etapa de obra bruta somente após a finalização da laje de concreto armado do 9º pavimento tipo. Com isso, não ocorreram grandes “lags”¹³ na execução entre os pavimentos de um mesmo serviço.

Após a conclusão da estrutura da caixa d’água, executou-se o serviço “marco”, que foi a “impermeabilização da área descoberta da cobertura e caixa d’água” a fim de vedar todas as furações existentes na laje. Somente após este serviço que houve a possibilidade da execução dos demais serviços que não poderiam ser executados com a presença de água constante, tais como serviços de gesso, pintura e plaqueamento de gesso acartonado, entre outros, a partir do 1º pavimento em direção ao 17º pavimento tipo, já que a estratégia, neste caso era a de não inversão dos serviços.

Com a adoção desta estratégia de execução, o tempo total de execução da obra é de 410 dias trabalhados, já que houve a necessidade de espera para o início da execução de toda a seqüência executiva, que se iniciou com o serviço de gesso nas paredes internas e posteriormente os serviços de obra seca e fina. Não precisou ser utilizado o recurso “melhor aproveitamento das equipes e trabalho”, com um tempo maior para execução de cada serviço, pois os ciclos de execução estavam previamente estabelecidos no planejamento.

A adoção de tal sistema construtivo fez também com que os desembolsos fossem postergados, pois as vedações internas começaram a serem executadas somente após aproximadamente 14 meses do início da obra, dentro da etapa de obra seca. Porém, todos os serviços da etapa de obra fina, após o plaqueamento de gesso acartonado se tornaram críticos após a espera da

¹³ Esperas ou “lags” são “hiatos” de tempo ocorridos quando um serviço é executado anteriormente ao tempo necessário, e ao ser finalizado, outros serviços necessários para que o seu sucessor seja executado, ainda não estão finalizados.

execução da impermeabilização. Assim, na ocorrência de qualquer imprevisto que por ventura viesse a ocorrer, mesmo com os serviços sendo executados em sua programação “ASAP”, o prazo final seria atrasado, haja vista que a folga é zero, quando os serviços fazem parte do caminho crítico.

A seguir, a Figura 23 mostra a etapa de obra fina de parte do cronograma físico da obra adotada para estudo de caso 2, que utiliza paredes externas executadas em concreto armado moldado “in loco”, na sua programação “ASAP”. O tempo destinado à execução de toda a etapa de obra fina utilizando a estratégia sem inversão de obra é de cerca de 6,5 meses, sendo que o grande volume de obra concentra-se nos últimos 3,5 meses.

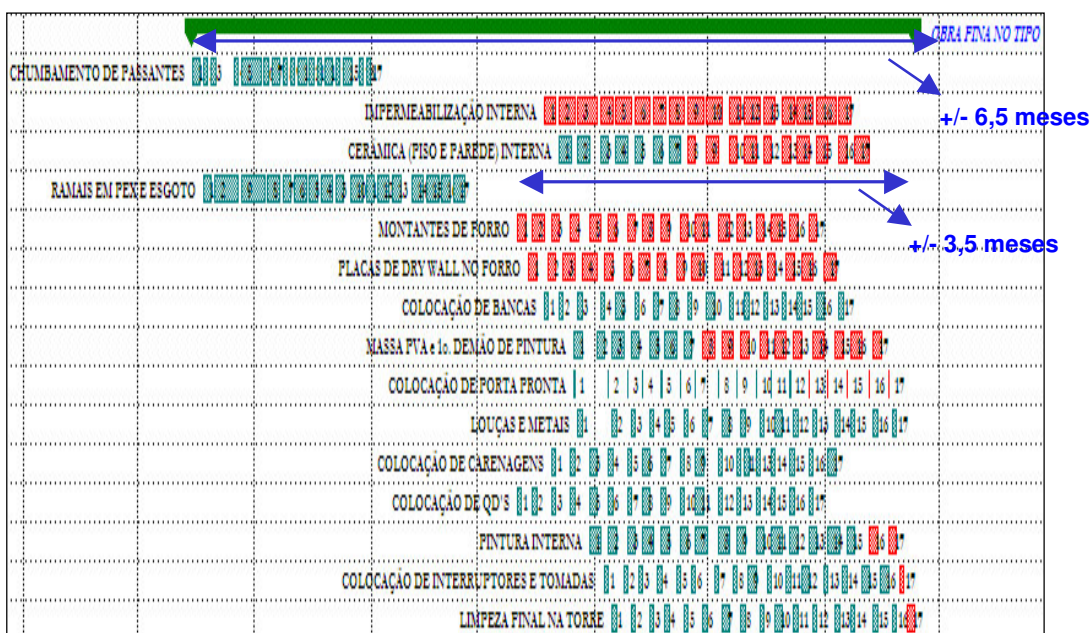


FIGURA 23: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", SEM INVERSÃO DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

Observa-se ainda que os serviços de chumbamento de passantes¹⁴ e ramais em pex e esgoto são executados anteriormente aos demais de suas

¹⁴ Chumbamento de passantes é o serviço de colagem de pequenos pedaços de tubos de PVC nos locais onde foram realizados os furos na laje nervurada. Nesses furos revestidos pelos passantes passarão as mangueiras da tubulação flexível de água (pex) e a tubulação rígida em PVC destinada às instalações de esgoto.

seqüências, o que significa que se forem executados nessas datas haverá uma antecipação de execução e desembolso desnecessários.

Parte dos demais serviços, como colocação de bancas, louças e metais entre outros (representado pela cor verde no cronograma), também são executados com folga, o que mostra que existe uma folga de cerca de 10 dias trabalhados.

No Cronograma 7 pode-se observar, de forma global, a estratégia sem inversão dos serviços, com programação “ASAP”.

A seguir, na Figura 24 é mostrada a programação “ALAP” utilizada na estratégia de programação sem inversão dos serviços da etapa de obra fina, que consiste nos serviços de acabamento da obra, que neste caso tem um tempo de duração de cerca de 4 meses, ou seja, 2,5 meses a menos que na programação “ASAP”.

Tal diminuição no tempo total é conseqüência de uma maior concentração no volume de obra, através da postergação de serviços como chumbamento de passantes e ramais em pex e esgoto. Nos demais serviços ocorreram a eliminação das folgas, assim, cada um dos serviços é iniciado imediatamente após a finalização do(s) seu(s) antecessor(es).



FIGURA 24: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", SEM INVERSÃO DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

Em seguida, no Cronograma 8 pode-se observar, de maneira mais ampla todos os serviços da estratégia sem inversão dos serviços, com programação “ASAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Oct '01							Nov '01							Dec '01							Jan '02							Feb '02							Mar '02							Apr '02							May '02							Jun '02							Jul '02						
						30/0	07/1	14/1	21/1	28/1	04/1	11/1	18/1	25/1	2/1	09/1	16/1	23/1	30/1	06/0	13/0	20/0	27/0	03/0	10/0	17/0	24/0	31/0	07/0	14/0	21/0	28/0	04/0	11/0	18/0	25/0	01/0	08/0	15/0	22/0	29/0	05/0	12/0	19/0	26/0	02/0	09/0	16/0	23/0	00/0	07/0	14/0	21/0	28/0																					
0	SPORTS' GARDEN TATUAPÉ	406 d	08/01/01	28/06/02	0 d																																																																						
18	BLOCO B (ATLANTA)	343 d	04/04/01	28/06/02	0 d																																																																						
19	ESTRUTURA DE PISOS E PAREDES	207 d	04/04/01	12/01/02	0 d																																																																						
20	LAJES DE CONCRETO (PISO)	160 d	04/04/01	10/11/01	0 d	15	16	17	17-teto																																																																		
39	PAREDES DE CONCRETO	139 d	25/04/01	01/11/01	0 d	4	13	16	17																																																																		
57	ESTRUTURA DA PLATIBANDA	5 d	08/01/02	12/01/02	0 d																																																																						
59	ESTR. C.MÁQ. & CAIXA D'ÁGUA	37 d	12/11/01	28/12/01	0 d																																																																						
98	OBRA BRUTA NO TIPO	236 d	05/09/01	28/06/02	0 d																																																																						
99	ALVENARIA CAIXA DE ESCADA/SHAFT'S	56 d	11/10/01	20/12/01	0 d																																																																						
119	ALVENARIA DE FRENTE DE ELEVADOR	38 d	23/02/02	09/04/02	0 d																																																																						
139	EMBOÇO EM ALVENARIA	38 d	26/02/02	11/04/02	64 d																																																																						
159	BATENTE DE PORTA CORTA-FOGO	38 d	26/02/02	11/04/02	64 d																																																																						
179	PRUMADAS/ CAIXAS ELÉTRICAS NA ESCADARIA	36 d	16/05/02	28/06/02	0 d																																																																						
201	APERTO NA ALVENARIA	38 d	22/03/02	07/05/02	31 d																																																																						
221	REGULARIZAÇÃO DAS PAREDES INTERNAS	149 d	05/09/01	14/03/02	0 d																																																																						
239	GESSO CORRIDO NAS PAREDES INTERNAS	50 d	11/03/02	09/05/02	0 d																																																																						
257	TEXTURA/ ESCADARIA E HALL	38 d	02/05/02	17/06/02	0 d																																																																						
277	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	42 d	14/09/01	06/11/01	0 d																																																																						
296	FACHADA	202 d	18/10/01	28/06/02	0 d																																																																						
297	REGULARIZAÇÃO DA FACHADA	51 d	18/10/01	19/12/01	0 d																																																																						
315	TEXTURA NA FACHADA	62 d	01/04/02	14/06/02	0 d																																																																						
320	PINTURA NA FACHADA	42 d	09/05/02	28/06/02	0 d																																																																						
344	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - JANELAS	66 d	04/01/02	25/03/02	0 d																																																																						
362	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - TERRAÇO SALA	46 d	26/03/02	20/05/02	32 d																																																																						
380	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - COZINHA/A.S.	34 d	03/04/02	13/05/02	38 d																																																																						
403	OBRA SECA NO TIPO	176 d	11/09/01	20/04/02	0 d																																																																						
408	MARCAÇÃO DE DRY-WALL	66 d	20/12/01	16/03/02	0 d																																																																						
426	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE PISO	67 d	26/12/01	20/03/02	0 d																																																																						
444	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE TETO	67 d	26/12/01	20/03/02	0 d																																																																						
462	FURAÇÃO DE LAJE	67 d	02/01/02	23/03/02	0 d																																																																						
480	PERFILADOS DE DRY-WALL (MONTANTES)	67 d	07/01/02	28/03/02	0 d																																																																						
498	REFORÇOS DE MADEIRA	67 d	10/01/02	02/04/02	0 d																																																																						
516	TUBULAÇÃO ELÉTRICA	68 d	14/01/02	06/04/02	0 d																																																																						
534	EMBUTIMENTO E ENFIAÇÃO ELÉTRICA NO DRY-WALL	68 d	18/01/02	11/04/02	0 d																																																																						
552	COLOCAÇÃO DE PLACAS (BRANCAS/VERMELHAS)	68 d	23/01/02	16/04/02	0 d																																																																						
570	COLOCAÇÃO DE PLACAS (VERDES)	68 d	23/01/02	16/04/02	0 d																																																																						
588	COLOCAÇÃO DE PLACAS (CIMENTÍCEAS)	68 d	23/01/02	16/04/02	0 d																																																																						
606	COLOCAÇÃO DE CANTONEIRAS	66 d	29/01/02	18/04/02	0 d																																																																						
624	REJUNTAMENTO DAS PLACAS E FITAS	66 d	31/01/02	20/04/02	0 d																																																																						
642	OBRA FINA NO TIPO	101 d	28/01/02	29/05/02	0 d																																																																						
643	CHUMBAMENTO DE PASSANTES	66 d	28/01/02	17/04/02	0 d																																																																						
661	IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA	68 d	11/02/02	03/05/02	0 d																																																																						
679	CERÂMICA (PISO E PAREDE) INTERNA	51 d	07/03/02	07/05/02	0 d																																																																						
697	RAMAIS EM PEX E ESGOTO	67 d	30/01/02	20/04/02	0 d																																																																						
715	MONTANTES DE FORRO	67 d	02/02/02	24/04/02	0 d																																																																						
733	PLACAS DE DRY WALL NO FORRO	67 d	06/02/02	27/04/02	0 d																																																																						
751	COLOCAÇÃO DE BANCAS	50 d	11/03/02	09/05/02	0 d																																																																						
769	MASSA PVA e 1o. DEMÃO DE PINTURA	51 d	13/03/02	13/05/02	0 d																																																																						
787	COLOCAÇÃO DE PORTA PRONTA	49 d	16/03/02	14/05/02	0 d																																																																						
805	LOUÇAS E METAIS	50 d	18/03/02	16/05/02	0 d																																																																						
823	COLOCAÇÃO DE CARENAGENS	50 d	20/03/02	18/05/02	0 d																																																																						
859	PINTURA INTERNA	51 d	25/03/02	24/05/02	0 d																																																																						
877	COLOCAÇÃO DE INTERRUPTORES E TOMADAS	34 d	17/04/02	27/05/02	0 d																																																																						
895	LIMPEZA FINAL NA TORRE	34 d	19/04/02	29/05/02	0 d																																																																						

A Figura 25 mostra as curvas “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado utilizando o sistema construtivo com a execução de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, onde foram calculados os índices de evolução física da obra ponderados de acordo com a duração de cada um dos serviços, com a utilização da estratégia de execução de todos os serviços sem inversão de trajetória, ou seja, todos os serviços subindo.

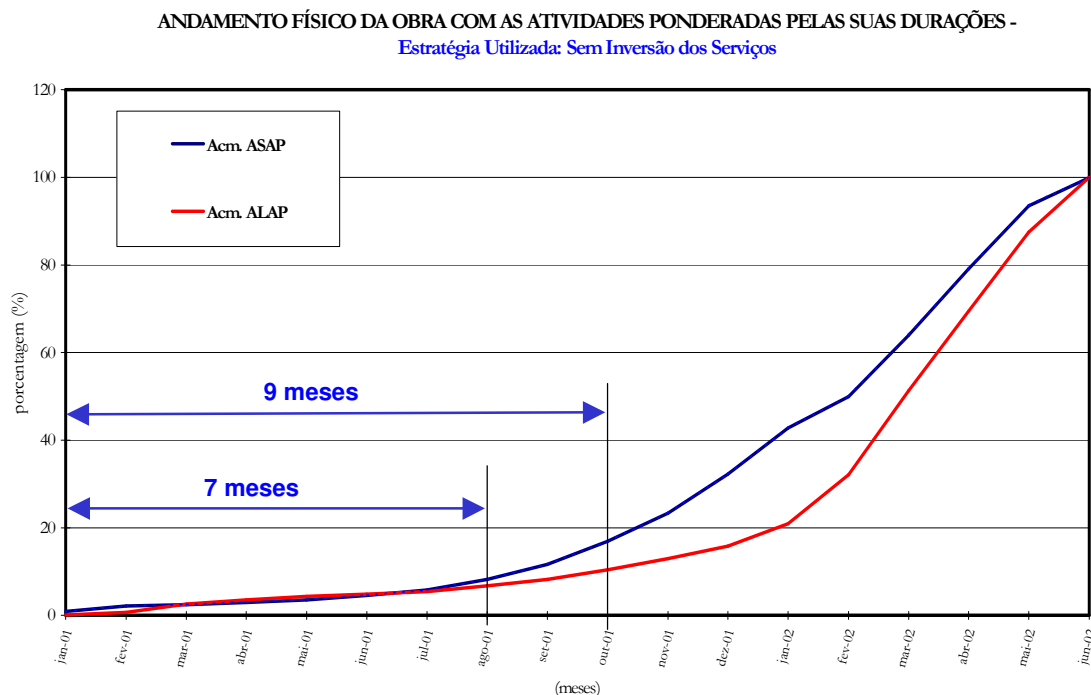


FIGURA 25: CURVAS: “ASAP” E “ALAP” REFERENTES AO EMPREENDIMENTO EXECUTADO COM PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO” UTILIZANDO A ESTRATÉGIA SEM INVERSÃO DOS SERVIÇOS.

Após a observação dos gráficos, pôde-se perceber que os últimos 9 meses de obra, excluindo-se o último mês, a curva apresentou praticamente um desenvolvimento constante. Não ficou claro, contudo, se houve vantagem de postergações de desembolsos na sua adoção.

A partir dessa simulação pode-se observar que os índices de evolução física na sua programação “ASAP” e “ALAP” encontrados foram muito semelhantes aos índices executados até o 7º mês de execução do

empreendimento. Isso se deve ao fato de que até essa época praticamente apenas a estrutura em concreto armado estava em execução. A partir do 8º mês de execução, ocorreu o início da execução da etapa de obra bruta, levando as curvas dos índices a se diferenciarem entre si, pois os serviços poderiam ou não ser postergados, conforme o planejamento estratégico da obra.

A partir do 9º mês de execução, o desenvolvimento das curvas dos índices de produção demonstra um maior ritmo de execução dos serviços. Nessa fase, mesmo ainda com a estrutura e a etapa de obra bruta em execução, inicia-se a execução dos serviços de obra seca com os serviços que não são danificados com a presença de água (marcação para vedação interna em gesso acartonado, colocação de guias de piso e de teto...). Esses serviços acarretam a necessidade de um grande desembolso para a obra. Vale ressaltar que a adoção dessa estratégia para esse sistema construtivo, sem a inversão da trajetória, que os serviços que puderam ser executados com a presença de água, o foram, acarretando assim desembolsos antecipados desnecessariamente, já que foram executados com folga.

4.4.2.2. Inversão total

A estratégia de execução de tal edifício que utilizou o mesmo sistema construtivo da simulação anterior, com a utilização de paredes externas em concreto armado moldado “in loco” descrito anteriormente, representa uma estratégia onde também se verifica a necessidade de esperas para que ocorra o início da execução da etapa de obra seca e fina, após a impermeabilização da cobertura.

Esse planejamento adotou a estratégia de execução seqüencial da estrutura (a única possível), que é a vedação externa propriamente dita, e da etapa de obra bruta. Para que houvesse viabilidade de execução das demais etapas da obra, sem folgas tecnológicas internas entre as atividades, adotou-se a realização das etapas de obra seca e de obra fina após a conclusão do serviço “marco” de “impermeabilização da área descoberta da cobertura e caixa d’água” a fim de vedar todas as furações existentes na laje. Com isso, pode-se liberar a execução nos pavimentos inferiores do último serviço de obra bruta, mas o qual necessita de tamponamento, pois não é resistente à ação de água: gesso liso nas paredes

internas. Logo em seguida da execução do serviço de gesso, já executado de cima para baixo, com a inversão total de sua trajetória, libera-se a execução dos serviços das etapas de obra seca e de obra fina, com todos os serviços iniciando-se do 17º pavimento em direção ao 1º pavimento tipo.

A adoção deste sistema construtivo combinado com esta estratégia de execução fez também com que os desembolsos fossem postergados, pois as vedações internas começaram a serem executadas após aproximadamente 15 meses do início da obra, dentro da etapa de obra seca. Entretanto, mesmo com toda a obra sendo executada na sua programação “ASAP”, parte dos serviços se tornaram críticos após a espera da execução da impermeabilização. Assim, da mesma forma como aconteceu na simulação anterior, qualquer imprevisto que por ventura viesse a ocorrer, mesmo com os serviços sendo executados o mais cedo possível, o prazo final da obra também seria atrasado, já que neste caso também todas as folgas são zero. Essas análises podem ser constatadas na Figura 26, apresentada abaixo e a seguir pode-se observar o Cronograma 9, que mostra todos os serviços, com estratégia com inversão total dos serviços e programação “ASAP”.

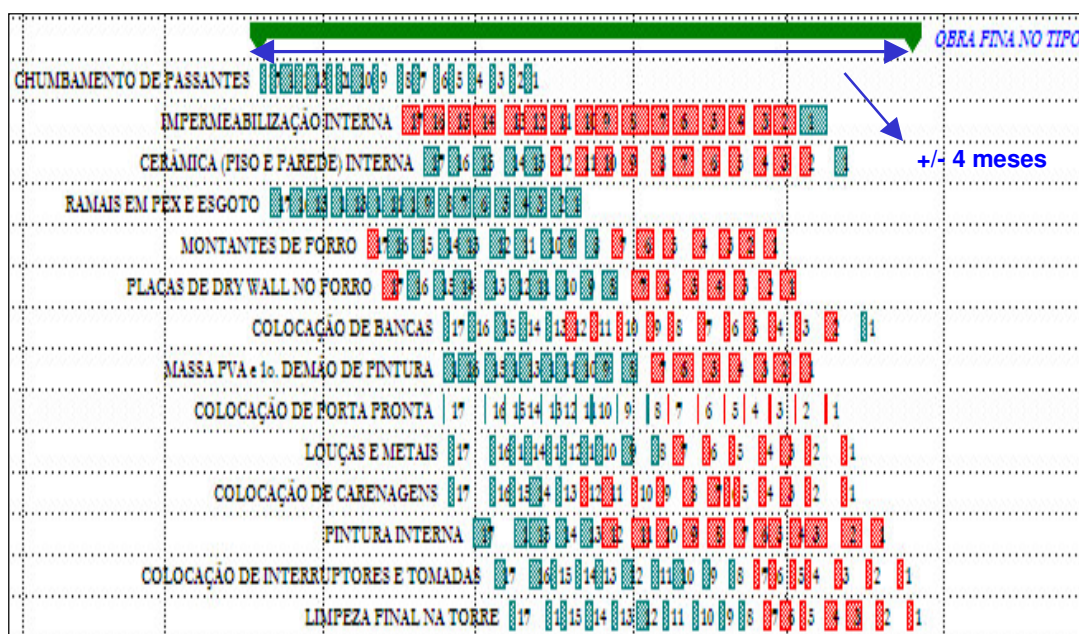


FIGURA 26: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", COM INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

Pode-se observar que a etapa de obra fina, com a utilização da estratégia de inversão total dos serviços e programação “ASAP”, foi realizada em cerca de 4 meses, o que representa para a empresa construtora um pequeno período de folga de desembolso dos itens de maior peso no orçamento.

Como resultado desta simulação, o tempo de execução do empreendimento é de 425 dias trabalhados, já que neste caso também houve a necessidade de espera para o início da execução de toda a seqüência executiva, que se iniciou com o serviço de gesso nas paredes internas e posteriormente os serviços de obra seca e fina. Também foi descartada a possibilidade de um melhor aproveitamento das equipes, com um tempo maior para execução de cada serviço, mesmo utilizando os ciclos de execução previamente estabelecidos no planejamento. Em seguida, na Figura 27 pode-se observar que o tempo destinado para a execução da etapa de obra fina na sua programação “ALAP” é de cerca de 3,5 meses, o que é ainda mais rápido que na programação “ASAP”.



FIGURA 27: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", COM INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

A seguir é mostrado o Cronograma 10 contemplando todos os serviços, com a estratégia com inversão total dos serviços e programação “ALAP”.

A Figura 28 mostra as curvas “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado com a utilização da estratégia de execução dos serviços com inversão total da trajetória dos serviços, onde foram calculados os índices de evolução física ponderados de acordo com a duração de cada um deles.

A partir dessa simulação pode-se observar que os índices de evolução física na sua programação “ASAP” e “ALAP” encontrados também foram muito semelhantes aos índices executados até o 6º mês de execução do empreendimento. Isso se deve ao fato de que até essa época praticamente apenas a estrutura em concreto armado estava em execução. A partir do 7º mês de execução, ocorreu o início da execução da etapa de obra bruta, levando as curvas dos índices a se diferenciarem entre si, pois os serviços poderiam ou não ser postergados, conforme o planejamento estratégico da obra.

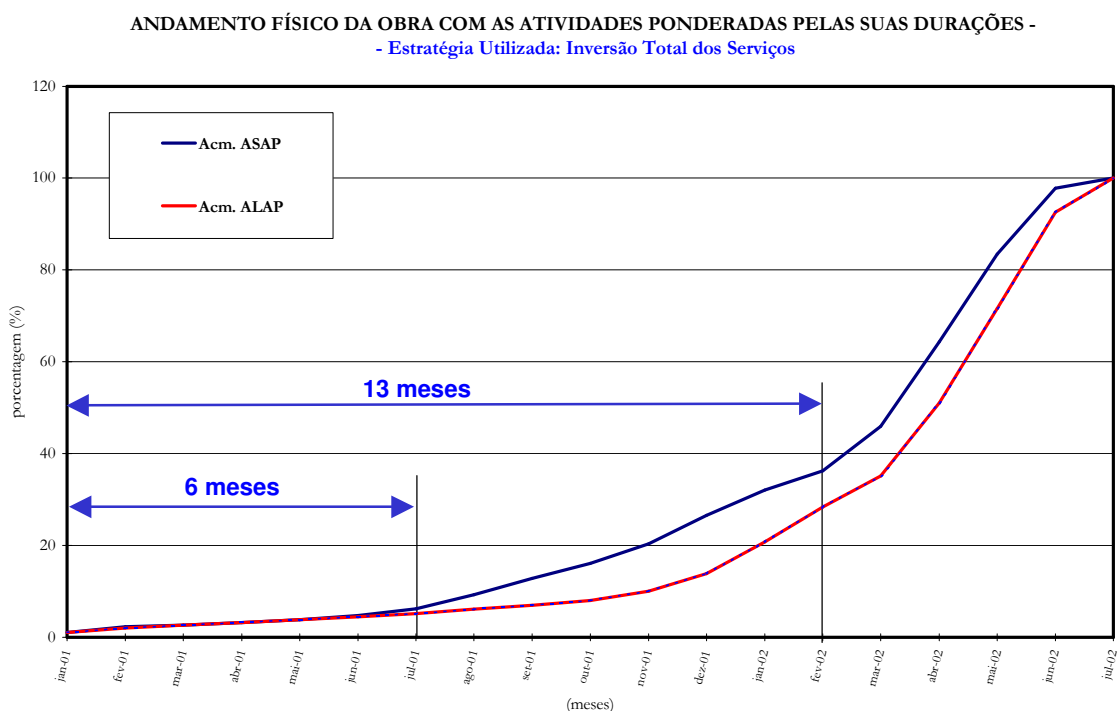


FIGURA 28: CURVAS: “ASAP” E “ALAP” REFERENTES AO EMPREENDIMENTO EXECUTADO UTILIZANDO PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO” E ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO COM INVERSÃO TOTAL DOS SERVIÇOS.

A partir do 13º mês de execução o desenvolvimento das curvas dos índices de produção demonstra um maior ritmo de execução dos serviços. Nessa fase, mesmo ainda estando sendo executados serviços pertencentes à etapa de obra bruta, inicia-se a execução da etapa de obra seca (marcação para vedação interna em gesso acartonado, colocação de guias de piso e de teto...). Esses serviços acarretam a necessidade de um grande desembolso para a obra. Porém, vale ressaltar que a adoção dessa estratégia para esse sistema construtivo fez com que os custos fossem postergados, já que somente após 8 meses do início da execução da etapa de obra bruta é que se deu início aos serviços da etapa de obra seca.

Percebe-se uma notável diferença em relação à simulação anterior no que se refere à inclinação da curva "ASAP", pois somente nos últimos 5 meses de obra, com exceção do último é que ocorreu cerca 60% do total dos serviços. A análise mostra que com a adoção desta estratégia, existe a possibilidade de postergação de desembolsos da etapa de obra fina, que é a mais onerosa na construção de um edifício.

4.4.2.3. Inversão parcial

Esse planejamento adotou a estratégia de execução seqüencial da estrutura e da etapa de obra bruta. Porém, para que houvesse viabilidade de execução das demais etapas da obra, sem folgas tecnológicas internas entre as atividades, adotou-se a realização parcial das etapas de obra seca e de obra fina em duas fases.

Após a conclusão da estrutura no 10º pavimento, executou-se o serviço "marco" de "proteção intermediária" a fim de vedar todas as furações existentes na laje. Com isso, pode-se liberar a execução nos pavimentos inferiores da primeira fase dos serviços das etapas de obra seca e de obra fina, enquanto a estrutura continuava sendo executada nos pavimentos superiores. Após a finalização da estrutura, é realizada a impermeabilização da cobertura, e as equipes de operários passam a executar a segunda fase dos serviços do 10º pavimento até o último.

A Figura 29 mostra parte do cronograma físico do edifício que utilizou paredes externas executadas em concreto armado moldado "in loco" como sistema

construtivo e a inversão parcial dos serviços como estratégia de produção, na sua programação “ASAP”.

O tempo total de execução desta etapa de obra fina é de cerca de 5,5 meses, porém com folgas de cerca de 20 dias trabalhados, ou seja, 1 mês corrido. Tal fato traduz uma antecipação, sem necessidade, de desembolsos para a realização de serviços de acabamento, que são os mais caros da obra, o que não é conveniente à empresa dona do negócio, já onde os serviços de acabamento não se apresentam como críticos no cronograma físico.

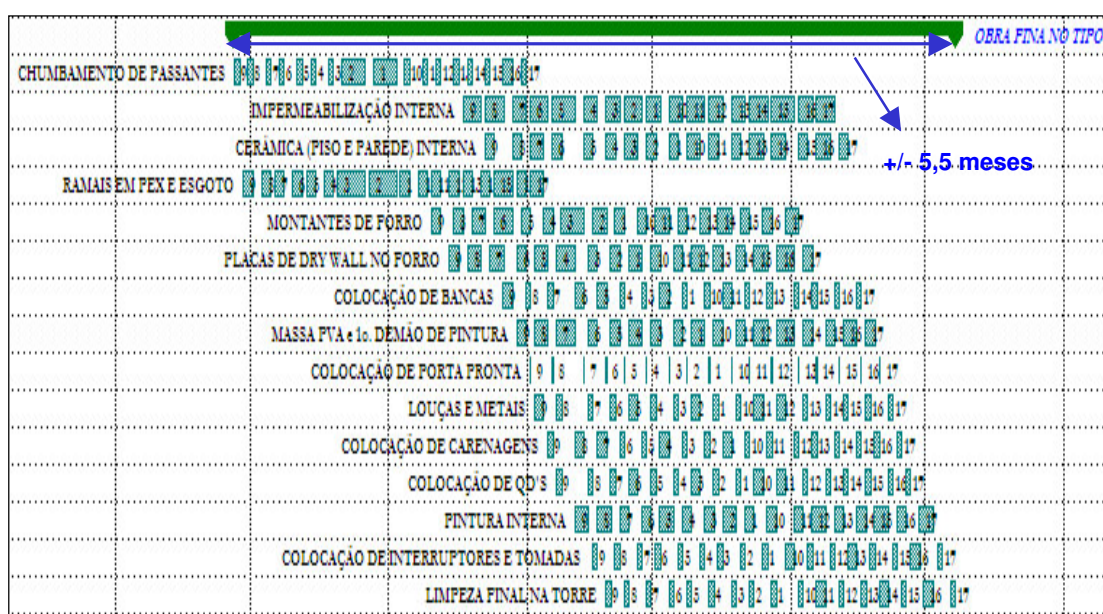


FIGURA 29: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", COM INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ASAP”.

O Cronograma 11 mostra todas as etapas da obra, com a estratégia de inversão parcial dos serviços na programação “ASAP”.

Em seguida, na Figura 30 observa-se parte do cronograma físico, com a mesma estratégia de inversão parcial dos serviços, porém com sua programação “ALAP” em edifício que utilizou como sistema construtivo a execução de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.

Na programação “ALAP”, a etapa de obra fina, com a estratégia de inversão parcial pode ser executada em pouco menos de 5 meses, o que é resultado do consumo das folgas observadas na programação “ASAP”. Com a postergação em cerca de 1,5 mês do início dos serviços de acabamento, o desembolso também é deslocado em cerca de 1,5 mês, o que promove uma certa “folga” no fluxo de caixa no final da execução do empreendimento.

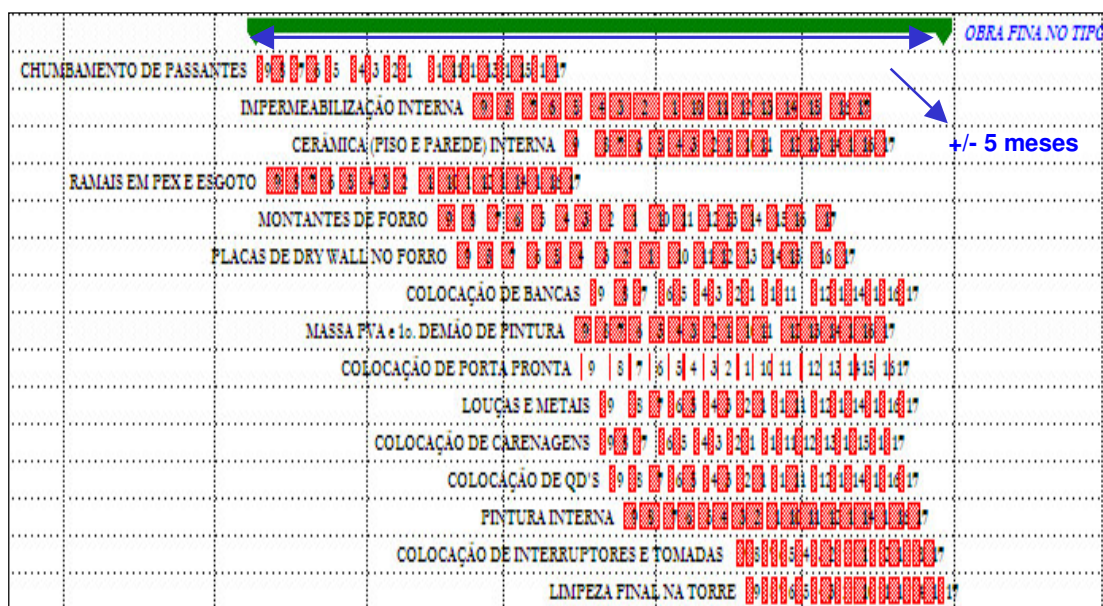


FIGURA 30: PARTE DO CRONOGRAMA FÍSICO DE EDIFÍCIO COM PAREDES EXTERNAS EXECUTADAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO", COM INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS E PROGRAMAÇÃO “ALAP”.

A seguir, o Cronograma 12 mostra todos os serviços de forma global, com a estratégia de inversão parcial dos serviços na programação “ALAP”.

ID	Descrição	Duração	Início	Fim	Folga	Gantt Chart																																											
						9/0	6/0	2/0	9/0	6/0	3/0	0/0	7/1	4/1	1/1	8/1	4/1	1/1	8/1	5/1	2/1	9/1	6/1	3/1	0/1	6/0	3/0	0/0	7/0	3/0	0/0	7/0	4/0	3/0	0/0	7/0	4/0	1/0	7/0	4/0	1/0	8/0	5/0	2/0	9/0	6/0	2/0	9/0	6/0
0	SPORTS' GARDEN TATUAPÉ	406 d	08/01/01	28/06/02	0 d	SPORTS' GAR																																											
18	BLOCO B (ATLANTA)	315 d	15/05/01	28/06/02	0 d	BLOCO B (AT)																																											
19	ESTRUTURA DE PISOS E PAREDES	260 d	15/05/01	22/04/02	0 d	ESTRUTURA DE PISOS E PAREDES																																											
20	LAJES DE CONCRETO (PISO)	194 d	15/05/01	31/01/02	0 d	17-terço																																											
39	PAREDES DE CONCRETO	144 d	05/06/01	13/12/01	0 d	7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17																																											
57	ESTRUTURA DA PLATIBANDA	5 d	17/04/02	22/04/02	0 d	ESTRUTURA DA PLATIBANDA																																											
59	ESTR. C.MÁQ. & CAIXA D'ÁGUA	56 d	01/02/02	10/04/02	0 d	ESTR. C.MÁQ. & CAIXA D'ÁGUA																																											
98	OBRA BRUTA NO TIPO	229 d	14/09/01	28/06/02	0 d	OBRA BRUTA																																											
99	ALVENARIA CAIXA DE ESCADA/SHAFT'S	72 d	11/10/01	15/01/02	0 d	CAIXA DE ESCADA/SHAFT'S																																											
119	ALVENARIA DE FRENTE DE ELEVADOR	97 d	03/12/01	05/04/02	0 d	ALVENARIA DE FRENTE DE ELEVADOR																																											
139	EMBOÇO EM ALVENARIA	87 d	17/12/01	08/04/02	67 d	EMBOÇO EM ALVENARIA																																											
159	BATENTE DE PORTA CORTA-FOGO	39 d	17/12/01	07/02/02	115 d	BATENTE DE PORTA CORTA-FOGO																																											
179	PRUMADAS/ CAIXAS ELÉTRICAS NA ESCADARIA	36 d	04/05/02	17/06/02	10 d	PRUMADAS/ CAIXAS ELÉTRICAS NA ESCADARIA																																											
201	APERTO NA ALVENARIA	97 d	05/01/02	03/05/02	0 d	APERTO NA ALVENARIA																																											
221	REGULARIZAÇÃO DAS PAREDES INTERNAS	105 d	10/11/01	23/03/02	0 d	REGULARIZAÇÃO DAS PAREDES INTERNAS																																											
239	GESSO CORRIDO NAS PAREDES INTERNAS	47 d	13/03/02	08/05/02	0 d	GESSO CORRIDO NAS PAREDES INTERNAS																																											
257	TEXTURA/ ESCADARIA E HALL	38 d	02/05/02	17/06/02	0 d	TEXTURA/ ESCADARIA E HALL																																											
277	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS	75 d	14/09/01	15/12/01	0 d	PRUMADAS HIDRO-SANITÁRIAS																																											
296	FACHADA	241 d	29/08/01	28/06/02	0 d	FACHADA																																											
297	REGULARIZAÇÃO DA FACHADA	90 d	29/08/01	19/12/01	0 d	REGULARIZAÇÃO DA FACHADA																																											
315	TEXTURA NA FACHADA	62 d	01/04/02	14/06/02	0 d	TEXTURA NA FACHADA																																											
320	PINTURA NA FACHADA	42 d	09/05/02	28/06/02	0 d	PINTURA NA FACHADA																																											
344	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - JANELAS	82 d	20/12/01	05/04/02	0 d	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - JANELAS																																											
362	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - TERRAÇO SALA	34 d	22/04/02	01/06/02	22 d	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - TERRAÇO SALA																																											
380	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - COZINHA/A.S.	34 d	13/04/02	23/05/02	29 d	ESQUADRIAS DE PVC E VIDROS - COZINHA/A.S.																																											
403	OBRA SECA NO TIPO	133 d	16/11/01	02/05/02	26 d	OBRA SECA NO TIPO																																											
408	PROTEÇÃO INTERMEDIÁRIA NO 10o. PAVIMENTO	2 d	17/12/01	18/12/01	0 d	PROTEÇÃO INTERMEDIÁRIA NO 10o. PAVIMENTO																																											
410	MARCAÇÃO DE DRY-WALL	52 d	20/12/01	28/02/02	0 d	MARCAÇÃO DE DRY-WALL																																											
428	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE PISO	53 d	20/12/01	01/03/02	0 d	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE PISO																																											
446	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE TETO	53 d	27/12/01	05/03/02	0 d	COLOCAÇÃO DE GUIAS DE TETO																																											
464	FURAÇÃO DE LAJE	53 d	03/01/02	08/03/02	0 d	FURAÇÃO DE LAJE																																											
482	PERFILADOS DE DRY-WALL (MONTANTES)	67 d	17/01/02	09/04/02	0 d	PERFILADOS DE DRY-WALL (MONTANTES)																																											
500	REFORÇOS DE MADEIRA	67 d	21/01/02	12/04/02	0 d	REFORÇOS DE MADEIRA																																											
518	TUBULAÇÃO ELÉTRICA	68 d	24/01/02	17/04/02	0 d	TUBULAÇÃO ELÉTRICA																																											
536	EMBUTIMENTO E ENFIAÇÃO ELÉTRICA NO DRY-WALL	68 d	30/01/02	22/04/02	0 d	EMBUTIMENTO E ENFIAÇÃO ELÉTRICA NO DRY-WALL																																											
554	COLOCAÇÃO DE PLACAS (BRANCAS/VERMELHAS)	68 d	04/02/02	26/04/02	0 d	COLOCAÇÃO DE PLACAS (BRANCAS/VERMELHAS)																																											
572	COLOCAÇÃO DE PLACAS (VERDES)	68 d	04/02/02	26/04/02	0 d	COLOCAÇÃO DE PLACAS (VERDES)																																											
590	COLOCAÇÃO DE PLACAS (CIMENTÍCEAS)	68 d	04/02/02	26/04/02	0 d	COLOCAÇÃO DE PLACAS (CIMENTÍCEAS)																																											
608	COLOCAÇÃO DE CANTONEIRAS	66 d	08/02/02	29/04/02	0 d	COLOCAÇÃO DE CANTONEIRAS																																											
626	REJUNTAMENTO DAS PLACAS E FITAS	66 d	13/02/02	02/05/02	0 d	REJUNTAMENTO DAS PLACAS E FITAS																																											
644	OBRA FINA NO TIPO	116 d	09/01/02	29/05/02	0 d	OBRA FINA NO TIPO																																											
645	CHUMBAMENTO DE PASSANTES	50 d	09/01/02	11/03/02	0 d	CHUMBAMENTO DE PASSANTES																																											
663	IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA	68 d	22/02/02	14/05/02	0 d	IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA																																											
681	CERÂMICA (PISO E PAREDE) INTERNA	55 d	13/03/02	17/05/02	0 d	CERÂMICA (PISO E PAREDE) INTERNA																																											
699	RAMAIS EM PEX E ESGOTO	51 d	11/01/02	14/03/02	0 d	RAMAIS EM PEX E ESGOTO																																											
717	MONTANTES DE FORRO	67 d	15/02/02	06/05/02	0 d	MONTANTES DE FORRO																																											
735	PLACAS DE DRY WALL NO FORRO	67 d	19/02/02	09/05/02	0 d	PLACAS DE DRY WALL NO FORRO																																											
753	COLOCAÇÃO DE BANCAS	54 d	18/03/02	21/05/02	0 d	COLOCAÇÃO DE BANCAS																																											
771	MASSA PVA e lo. DEMÃO DE PINTURA	53 d	15/03/02	17/05/02	0 d	MASSA PVA e lo. DEMÃO DE PINTURA																																											
789	COLOCAÇÃO DE PORTA PRONTA	53 d	16/03/02	18/05/02	0 d	COLOCAÇÃO DE PORTA PRONTA																																											
807	LOUÇAS E METAIS	52 d	20/03/02	21/05/02	0 d	LOUÇAS E METAIS																																											
825	COLOCAÇÃO DE CARENAGENS	50 d	20/03/02	18/05/02	0 d	COLOCAÇÃO DE CARENAGENS																																											
843	COLOCAÇÃO DE QD'S	50 d	22/03/02	21/05/02	0 d	COLOCAÇÃO DE QD'S																																											
861	PINTURA INTERNA	51 d	25/03/02	24/05/02	0 d	PINTURA INTERNA																																											
879	COLOCAÇÃO DE INTERRUPTORES E TOMADAS	34 d	17/04/02	27/05/02	0 d	COLOCAÇÃO DE INTERRUPTORES E TOMADAS																																											
897	LIMPEZA FINAL NA TORRE	34 d	19/04/02	29/05/02	0 d	LIMPEZA FINAL NA TORRE																																											

A seguir, a Figura 31 mostra as curvas “ASAP” e “ALAP” referentes ao empreendimento executado utilizando a estratégia de inversão parcial da trajetória de execução dos serviços e o sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, onde foram calculados os índices de evolução física ponderados de acordo com a duração de cada um dos serviços.

A partir dessa simulação pode-se observar que os índices de produção mais cedo possível “ASAP” e mais tarde possível “ALAP” encontrados também foram muito semelhantes aos índices executados até o 6º mês de execução do empreendimento, como nas simulações anteriores. Conforme já mencionado, isso se deve ao fato de que até essa época praticamente apenas a estrutura em concreto armado estava em execução. A partir do 7º mês de execução, ocorreu o início da execução da etapa de obra bruta, levando as curvas dos índices a se diferenciarem entre si, já que a partir daí o planejamento estratégico da obra pôde se diferenciar.

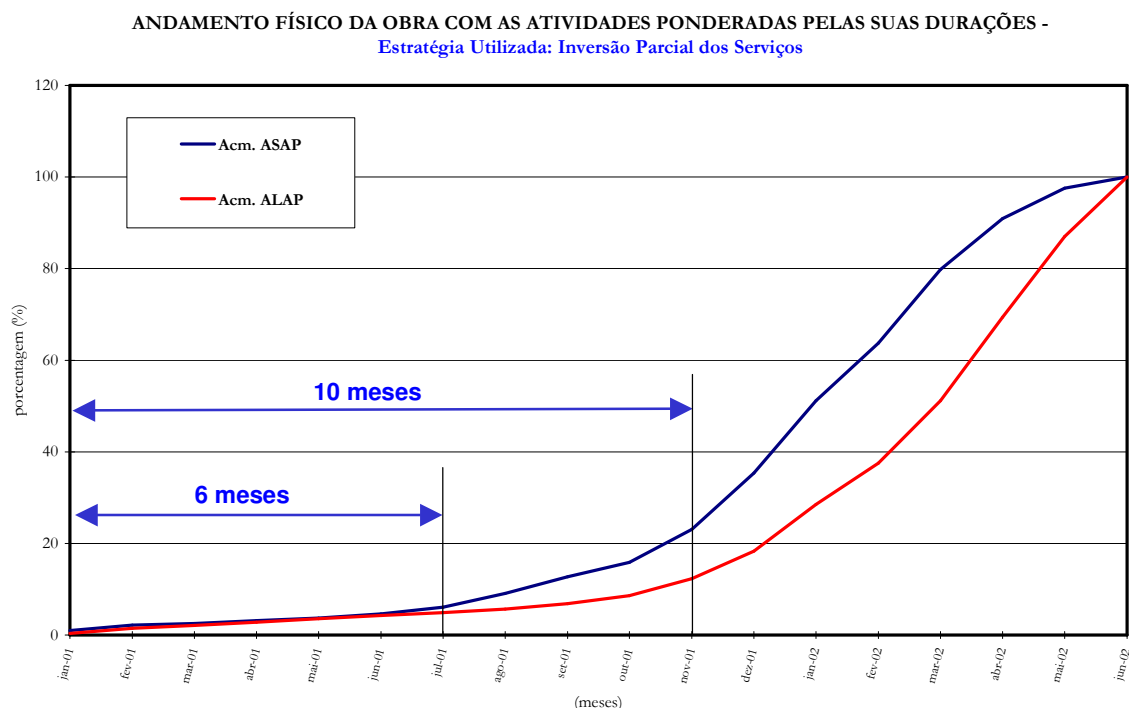


FIGURA 31: CURVAS ASAP E ALAP REFERENTES AO EMPREENDIMENTO EXECUTADO UTILIZANDO A ESTRATÉGIA DE INVERSÃO PARCIAL DOS SERVIÇOS.

A partir do 10º mês de execução, o desenvolvimento das curvas dos índices de produção demonstra um maior ritmo de execução dos serviços. Nessa fase, mesmo ainda estando em execução os serviços de obra bruta, inicia-se a execução das etapas de fachada (colocação das esquadrias...) e de obra seca (marcação para o gesso acartonado, colocação de guias de piso e de teto...). Esses serviços acarretam a necessidade de um grande desembolso para a obra. Porém, vale ressaltar que a adoção dessa estratégia para esse sistema construtivo fez com que os custos fossem postergados, já que somente em aproximadamente 7,5 meses, praticamente 80% do total dos serviços foi executado.

Dessa forma, o tempo de execução do empreendimento foi de 406 dias trabalhados, já que houve possibilidade de um melhor aproveitamento das equipes, alcançando os ciclos de execução previamente estabelecidos no planejamento. A adoção dessa estratégia para tal sistema construtivo fez também com que os desembolsos fossem postergados, pois as vedações internas começaram a ser executadas após aproximadamente 11 meses do início da obra, dentro da etapa de obra seca.

4.5. Análise comparativa

A partir das simulações realizadas pôde-se fazer uma análise comparativa sob diversos aspectos, que serão explanados em seguida.

Comparando-se o desenvolvimento das obras, separadamente, percebe-se que cada uma com suas características particulares apresenta suas vantagens e desvantagens, se comparadas com as simulações efetuadas com as diversas estratégias de execução dos edifícios e as programações “ASAP” e “ALAP”.

4.5.1. Tradicional

Na Tabela 3, a seguir é mostrada a comparação das diversas estratégias de execução em um empreendimento cujo sistema construtivo é tradicional, no que se refere ao tempo total de sua execução, além do tempo gasto para execução de serviços julgados importantes, tais como:

- **alvenaria:** considerados desde a marcação até a sua elevação;
- **instalações elétricas:** considerados desde o posicionamento dos eletrodutos na alvenaria até a colocação dos acabamentos elétricos e luminárias;
- **instalações hidráulicas:** considerados desde as prumadas hidro-sanitárias (nas programações “ASAP”) e distribuição hidráulica em paredes (nas programações “ALAP”) até a instalação de louças e metais.

TABELA 3: : ANÁLISE COMPARATIVA EM EDIFÍCIO QUE UTILIZOU O SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL.

	Sem Inversão		Inversão Total		Inversão Parcial	
	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP
Tempo total de obra (em dias trabalhados)	462	462	480	480	462	462
Tempo de execução dos serviços de alvenaria (em meses corridos)	6,5	5	6,5	5	6,5	5
Tempo de execução dos serviços de instalações elétricas (em meses corridos)	19	18	20	19	17	18
Tempo de execução dos serviços de instalações hidráulicas (em meses corridos)	19	15	20	15	17	13

Observa-se que a adoção da estratégia com inversão total dos serviços neste sistema construtivo requer um tempo total de cerca de 1 mês corrido a mais de obra, ou seja, os custos fixos são maiores em relação às outras estratégias estudadas.

Porém, se cada serviço for analisado separadamente, pode-se observar outros aspectos inerentes. Os serviços de instalações elétricas e hidráulicas, na estratégia sem inversão de obra levam cerca de 2 meses corridos a mais que se a estratégia com inversão parcial dos serviços for adotada. Tal fato é decorrente do consumo das folgas internas existentes nos serviços, de outro modo pode-se dizer, antecipação de desembolsos desnecessários.

Porém, a observação do serviço de alvenaria mostra que este se trata de um serviço sem folgas internas, pois em qualquer uma das estratégias utilizadas, na programação “ASAP”, o tempo necessário para sua execução é o mesmo.

Ressalta-se aqui que nas simulações efetuadas neste estudo que os tempos de ciclos de execução não foram alterados e as equipes foram consideradas sempre com o mesmo número de operários.

Analisando-se de maneira global as três estratégias, nas suas programações “ASAP”, percebe-se que a estratégia com inversão total dos serviços leva vantagem em relação as outras pelo fato da possibilidade de execução em menor tempo total (o mesmo que a estratégia sem inversão), sem deixar de que as folgas inseridas sejam totalmente consumidas, porém postergando desembolsos antecipados.

4.5.2. Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”

Na Tabela 4 a seguir, são mostrados alguns dados que permitem a comparação entre as diversas estratégias estudadas em um edifício cujo sistema construtivo utilizado foi o de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”.

Os serviços comparados foram:

- **gesso acartonado:** considerados desde a marcação de piso para a instalação de guias de piso até o rejuntamento das chapas;
- **instalações elétricas:** considerados desde o posicionamento dos eletrodutos internamente ao gesso acartonado até a colocação dos acabamentos elétricos (interruptores e tomadas) e luminárias;
- **instalações hidráulicas:** considerados desde as prumadas hidro-santárias até a instalação de louças e metais.

TABELA 4: ANÁLISE COMPARATIVA EM EDIFÍCIO QUE UTILIZOU O SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO “IN LOCO”.

	Sem Inversão		Inversão Total		Inversão Parcial	
	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP
Tempo total de obra (em dias trabalhados)	410	406	425	424	406	406
Tempo de execução dos serviços de gesso acartonado (em meses corridos)	6,5	4	4	3,5	4,5	4
Tempo de execução dos serviços de instalações elétricas (em meses corridos)	6	4	4	4	5	4
Tempo de execução dos serviços de instalações hidráulicas (em meses corridos)	9	8	10	9	7	8

Analisando as várias estratégias estudadas, observa-se que na programação “ASAP”, todos os serviços podem ser executados com folgas internas inseridas. Nas estratégias com inversão total e com inversão parcial, as folgas internas são menores, refletindo-se em tempos totais menores de execução de cada serviço. Porém entre estas duas estratégias, inversão parcial e inversão total dos serviços, esta necessita de cerca de 19 dias trabalhados a mais que aquela para a finalização da obra, refletindo em 1 mês a mais de custos fixos que as outras estratégias.

Assim, a estratégia com inversão parcial dos serviços mostra vantagem em relação as demais, pois com o menor tempo total de execução, igual

ao da estratégia sem inversão dos serviços, tem-se condições de execução dos serviços em tempos menores que os da estratégia sem inversão, ou seja, postergando desembolsos, e não sem nenhuma folga, como na estratégia com inversão total dos serviços.

4.5.3. Data de entrega de casa de máquinas dos elevadores

Outro fator de importância que se pode comparar é a data de entrega da casa de máquinas, pois a partir daí se inicia a montagem dos elevadores, que serão utilizados para o transporte vertical da obra. Dessa forma, pode assim ocorrer a desmobilização dos equipamentos alugados, tais como guinchos e guas. A partir das três estratégias estudadas, tanto em suas programações “ASAP” quanto “ALAP”, as datas obtidas foram as mesmas, cerca de 11,5 meses do início da obra.

Observando-se os tempos ocorridos desde o início da obra até a entrega da casa de máquinas dos elevadores, observa-se que no sistema tradicional não foi alterado em nenhuma das simulações realizadas, porém no sistema que utilizou paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, nas situações “ALAP”, nas três estratégias estudadas, verificou-se um aumento de cerca de 1 a 2 meses corridos, como observado na Tabela 5.

Tais situações ocorreram devido ao “lag” que se pode observar quando os serviços são executados “ALAP”.

TABELA 5: TEMPOS DESDE O INÍCIO DA OBRA ATÉ A ENTREGA DA CASA DE MÁQUINAS DOS ELEVADORES.

	Sem Inversão		Inversão Total		Inversão Parcial	
	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP	ASAP	ALAP
Tempo desde o início da obra até a entrega da casa de máquinas dos elevadores (em meses)						
Sistema Tradicional	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Paredes externas em concreto armado moldado “in loco”	13	14	13	15	13	14

4.5.4. Considerações sobre as comparações

Ao longo do tempo de execução de todo o empreendimento que utilizou o sistema construtivo tradicional, sob o ponto de vista do tempo total de execução, se o custo fixo de administração for considerado, as estratégias de execução sem inversão de obra e a com inversão parcial dos serviços foram as que apresentaram melhor desempenho, já que o mesmo empreendimento, foi realizado com 18 dias trabalhados a menos que utilizando-se a estratégia com inversão total dos serviços. Isso significa praticamente 1 mês corrido de economia em termos de manutenção de canteiro, equipamentos e mão-de-obra administrativa.

Comparativamente, as estratégias sem inversão e de inversão parcial mostraram-se semelhantes em vários aspectos, mas vale ressaltar que a estratégia sem inversão, com todos os serviços subindo tem o inconveniente de que o trânsito de pessoas e materiais ocorre onde os serviços já vão sendo

acabados, assim, existe uma maior probabilidade de necessidade de re-trabalhos para consertar locais onde houve a passagem sem o devido cuidado.

Analisando os cronogramas físicos, assim como os gráficos obtidos através deles, percebe-se que as principais diferenças entre as estratégias são as folgas geradas pelas datas de início nas programações “ASAP” e “ALAP”. Outra característica pertinente é que se é capaz de postergações de desembolsos sem a alteração na estratégia, mas somente com a mudança da programação de “ASAP” para “ALAP” somente na etapa de obra fina, que é uma etapa de peso financeiro para o empreendimento, pois são os acabamentos da obra, que ocorrem em seu final.

A Figura 32 a seguir, reúne as curvas S obtidas a partir das três simulações estudadas com o sistema construtivo tradicional. Através da sua observação, pode-se notar os prazos de execução diferenciados entre as estratégias de inversão total (maior) e as outras. Além dos aspectos já relacionados anteriormente, tais como a inclinação das curvas e a diferença percentual entre as programações “ASAP” e “ALAP”.

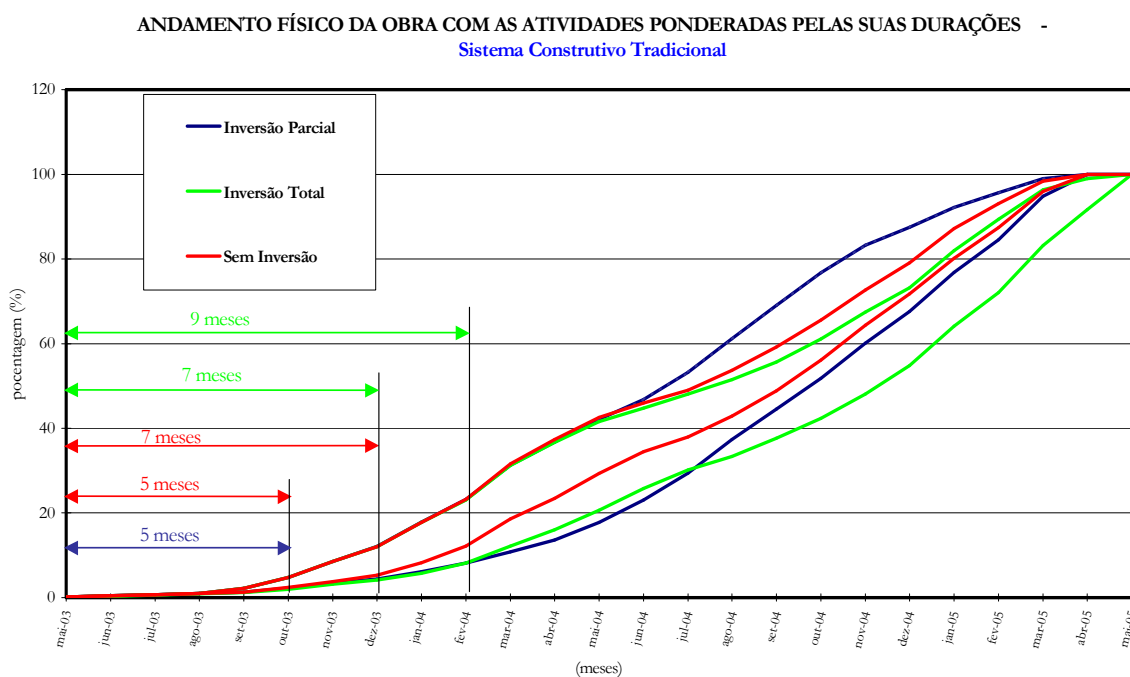


FIGURA 32: CURVAS S COMPARATIVAS ENTRE AS TRÊS ESTRATÉGIAS ESTUDADAS PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL

Para o sistema construtivo que utiliza-se de paredes externas em concreto armado moldado “in loco”, em relação a prazo de obra, as estratégias sem inversão dos serviços e com inversão parcial dos serviços se mostraram com melhor desempenho, pois apresentaram melhores índices de desenvolvimento físico ao longo do período, já que a estratégia de inversão total dos serviços apresentou 19 dias trabalhados de acréscimo (cerca de 1 mês corrido).

A adoção da estratégia com inversão total dos serviços para o sistema de paredes externas em concreto armado moldado “in loco” gerou um acréscimo de 19 dias trabalhados em relação à estratégia com inversão parcial dos serviços. Se a estratégia de execução dos serviços adotada fosse a sem inversão dos serviços ou com inversão parcial dos serviços em relação ao prazo da obra todos os tempos seriam praticamente o mesmo (diferença de apenas 4 dias corridos na programação “ALAP”), porém levando-se em consideração a logística de transporte e limpeza da obra, a estratégia mais conveniente é a de inversão parcial dos serviços.

Pode-se concluir ainda que a estratégia com inversão parcial apresenta características que possibilitam a melhor qualidade de execução e do produto final, com maior facilidade de execução dos serviços, sem quebras e a não necessidade de re-serviços, que podem gerar atrasos e prejudicar a confiabilidade da entrega do empreendimento, além da facilidade de manutenção. Através da análise das tabelas e gráficos, pôde-se estabelecer um comparativo para estabelecer quais os fatores influentes na estratégia a ser escolhida. Pois para setores competitivos, como o da construção civil, a velocidade de entrega é um fator considerado como determinante para um “bom negócio”.

A Figura 33 a seguir, mostra as três estratégias estudadas de forma comparativa, onde pode-se observar as diferenças e semelhanças na adoção de cada uma das estratégias de execução, com suas vantagens e desvantagens intrínsecas, no que se refere ao tempo total de execução, ao tempo desde o início da obra até que ocorra o desembolso mais acentuado, a diferença percentual entre as programações “ASAP” e “ALAP”, entre outras.

ANDAMENTO FÍSICO DA OBRA COM AS ATIVIDADES PONDERADAS PELAS SUAS DURAÇÕES -
Sistema construtivo com paredes externas em concreto armado moldado "in loco"

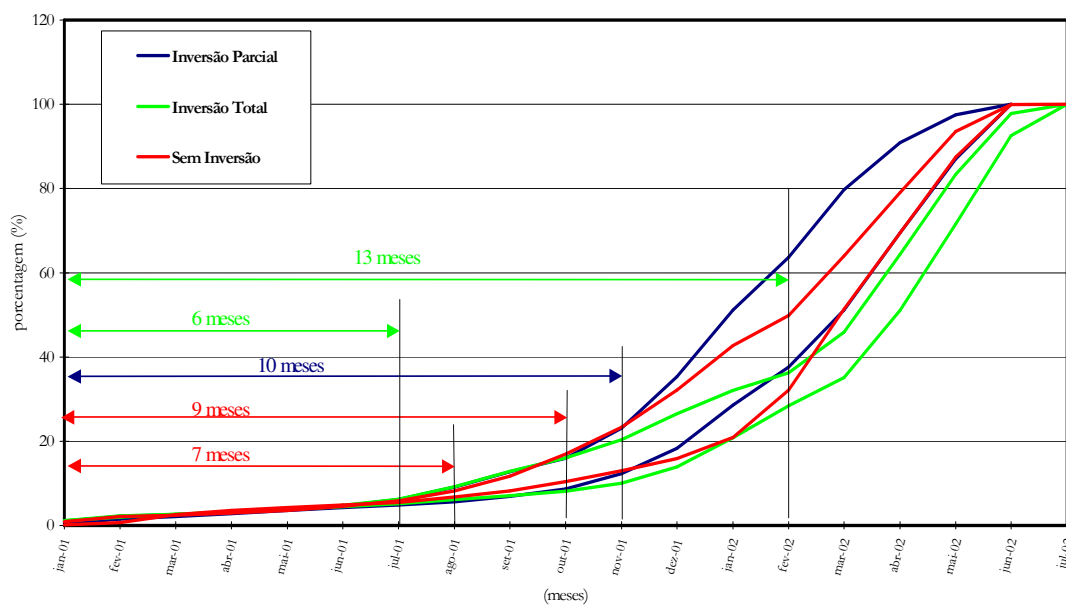


FIGURA 33: CURVAS S COMPARATIVAS ENTRE AS TRÊS ESTRATÉGIAS ESTUDADAS PARA O SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES EXTERNAS EM CONCRETO ARMADO MOLDADO "IN LOCO"

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

Ao longo de todo o trabalho procurou-se ressaltar a importância de se definir e discutir as alternativas e as interferências que podem existir no planejamento estratégico da produção e execução de edifícios verticais. Com isso, pode-se obter um empreendimento mais adequado aos anseios e condições de desembolso do cliente.

As conclusões finais deste trabalho foram elaboradas de maneira a destacar aspectos relacionados ao objetivo principal da pesquisa, ou seja, comparação entre diversas estratégias de execução de edifícios e entre sistemas construtivos distintos. É importante salientar que a utilização dos resultados desta pesquisa para avaliação da estratégia de execução a ser escolhida pela empresa construtora deve ser feita em conjunto com critérios de custo e avaliações sistêmicas do negócio.

Vale ressaltar que, além da utilização de uma ferramenta computacional confiável, também contribuíram para que os prazos fossem cumpridos, a organização das empresas construtoras pesquisadas, além das mesmas possuírem procedimentos e ciclos de execução de serviços já definidos.

A partir de ferramentas computacionais, como o Microsoft Project 2000, utilizada nesse trabalho, pôde-se realizar simulações para que se pudesse comparar diversas situações e encontrar-se a melhor alternativa para cada obra, com as características próprias de cada empreendimento para cada empresa.

Dentro da empresa pesquisada que utilizou o sistema construtivo com a execução de paredes externas em concreto armado moldado “in loco” o objetivo principal era a disseminação e o avanço de novas tecnologias dentro do setor edificações da construção civil, ou seja, o desenvolvimento tecnológico do

sistema construtivo. A longo prazo, o objetivo passa a ser a diminuição do custo e viabilização do projeto com este sistema construtivo para que esse mesmo projeto seja executado em diferentes empreendimentos e cada vez mais “bem resolvido”.

Observou-se que para a empresa obter o sucesso na programação de uma obra, a estratégia adotada deve utilizar uma mistura entre as programações “ASAP” e “ALAP”. A programação “ASAP” deve ser utilizada na maior parte das etapas da obra, devido aos imprevistos que podem acontecer durante o tempo de execução e que não são considerados no planejamento. Já a programação “ALAP” deve ser utilizada nas etapas finais, já que todas as atividades tornam-se críticas, e sem folgas internas, qualquer problema que ocorra pode resultar no atraso da entrega da obra. Porém, é um risco a ser corrido pelo fato de serem serviços de rápida execução, que mais dependem de especialização e não estão condicionados a fatores de intempéries.

Observa-se também que a inserção de novas tecnologias, aliadas com a introdução de racionalização dentro do processo de execução, como a utilização de um sistema racionalizado de fôrmas e a utilização de paredes em gesso acartonado torna a programação mais flexível e coerente com o planejado, pois são adotadas formas de execução padronizadas, materiais industrializados e operários mais qualificados.

Porém, pode-se observar também que, mesmo com a utilização de um sistema construtivo tradicional, a utilização de racionalização no processo construtivo, com a inovação das técnicas construtivas, utilização de equipamentos modernos e o treinamento do pessoal, tal sistema também se torna viável, dentro das suas limitações.

Conclui-se ainda que existe cada vez mais interesse e é dada cada vez mais importância ao planejamento da execução, pois não podem ser desprezadas as situações externas de concorrência e a necessidade de se adquirir conhecimento técnico para execução dos serviços. A mentalidade de se planejar um empreendimento deve fazer parte da cultura da empresa, assimilando o aprendizado das novas tecnologias e experiências adquiridas, como forma de buscar o sucesso do negócio.

Com os dados obtidos, as comparações estabelecidas e as conclusões relatadas, futuras pesquisas deste assunto, poderão ser estudados, dando prosseguimento à pesquisa e à melhoria da qualidade da construção civil. Destaca-se que os custos das estratégias e sistemas construtivos não foram considerados, além da falta de estudos aprofundados neste assunto no Brasil, diretamente direcionadas exclusivamente para a construção civil.

Espera-se que a realização desta pesquisa possa ser continuada abordando questões mais complexas, como a inserção do estudo financeiro ao estudo físico, com suas peculiaridades quanto a contextos de mercado e políticas governamentais de juros e incentivos de financiamento. Considerando a tendência à industrialização do subsetor edificações, dentro da indústria da construção civil, fazer a análise comparativa com outros sistemas construtivos, tais como estruturas pré-moldadas em concreto armado, fachadas prontas, banheiros prontos e alvenaria estrutural. Outro tema a ser explorado está relacionado à gestão de edifícios no conceito da Engenharia Civil se relacionando com a Engenharia de Produção.

REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Planejamento estratégico da construção**. Notas de aula da disciplina do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil (PPG-CIV) da UFSCar. 2002.
- ASSUMPÇÃO, J. F. P. Modelos e técnicas de planejamento. In: PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO: PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SINDUSCON-SP, 1999. p. 4-38.
- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil**. 1996. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Programação de obras**: uma abordagem sobre técnicas de programação e uso de softwares. 1988. 147 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- BARBOSA M. F.; SERRA, S. M. B. Avaliação da estratégia de produção de edifícios verticais: estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Set., 2002, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2002. p. 6-7.
- BARBOSA M. F.; SERRA, S. M. B. Use of complete reversion of services production strategy to plan a tall building in Brazil. In: WORLD BUILDING CONGRESS (CIB), 2004. Toronto. **Electronic Proceedings...** Toronto: 2004. 1 CD.
- BARROS NETO, J. P. Estratégias de produção e a construção de edificações. In: XVI Encontro Nacional de Engenharia da Produção, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: UNIMEP, 1996. p. 4–8.
- BATEMAN, T.S.; SNELL, S. A. **Administração**: construindo vantagem competitiva. São Paulo: Atlas, 1998. 539 p.
- BORCHERDING, J. D.; FISK, E. R. Professional construction management services. **Journal of the construction division**, Vol. 105, n. 3, Jun. 1979, p. 141–143.

BRUSTEIN, I.; BUZZINI, R. R. Integração das estratégias de qualidade, tecnológicas e de produção nas indústrias do setor de equipamentos, aparelhos, instrumentos médico-hospitalar: estudos de casos. **Recitec**, Recife, n. 2, 1998. Disponível em: <www.fundaj.gov.br/rtec/not/not-017.html>. Acesso em: 25 jul. 2004.

CORREA, M. Dez opções para moldar concreto. **Revista Técnica**, São Paulo, ano 11, n. 79, 94 p. 56–60, out. 2003.

ECHEVERRY, D. J. Sequencing knowledge for construction scheduling. **Journal of construction engineering and management**, Vol. 117, n. 1, Mar. 1991, p. 118–130.

FAVERSANI, N. Paredes de concreto moldadas “in loco”. **Revista Técnica**, São Paulo, ano 11, n. 74, p. 17, mai. 2003.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319 f. Tese. (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FORMOSO, C. T. As novas abordagens da produção e as tendências internacionais em planejamento e controle da produção. In: SEMINÁRIO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NOS ANOS 2000, 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SINDUSCON - SP, 1999. p. 1-26.

HARMELINK, D. J.; ROWINGS, J. E. Linear scheduling model: development of controlling activity path. **Journal of construction engineering and management**, Vol. 124, n. 4, Jul. / Aug. 1998, p. 263-268.

HEINECK, L. F. et al. **Introdução à line of balance (LoB)**. Curitiba, nov. 2002. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/~mendesjr/lob/introd.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2004.

JAAFARI, A. Management of risks, uncertainties and opportunities on projects: time for fundamental shift. **International journal of project management**, Vol. 19, p 89-101, 2001.

KRONEMBERGER, A. C. **Planejamento estratégico e vantagem competitiva sustentável**. Ago. 2003. Disponível em:

<<http://www.fasar.com.br/articles.php?id=44>>. Acesso em: 11 jun. 2004.

MARTUCCI, R. **Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio?** 1990. 438 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MOHAMED, S.; McCOWAN, A. K. Modelling project investment decisions under uncertainty using possibility theory. **International journal of project management**, Elsevier Science, U. K., v. 19, n. 4, p. 231–234, 2001.

NEVES, R.M. Algumas estratégias de produção adotadas pelas empresas de construção civil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, n. 18. Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 1998. p. 2.

PAEK, J.H.; OCK, J.H. Innovate building construction technique: modified up/down method. **Journal of construction engineering and management**, Vol. 122, n. 2, p. 141–146, May / Jun. 1996.

PEIXOTO, F. M. **Sistemas hidráulicos prediais: proposta de diretrizes para a racionalização do seu processo produtivo**. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção**. 1993. 462 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo, pág. 36. Reimpressão: FAUUSP, 1990.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 336 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SACOMANO, J. B.; GUERRINI, F. M. Sistemas de administração da produção e a construção civil. In: **Gerenciamento na construção civil**. São Carlos: EESC-USP, 1998. cap. 2, p. 40-43.

SERRA, S. M. B. **Diretrizes para gestão de subempreiteiros**. 2001. 360 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, E. L. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação** (Apostila do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina - Laboratório de ensino à distância). Florianópolis, 2001.

Disponível em:

<<http://www.ead.ufms.br/marcelo/orienta/metodologia%20da%20pesquisa%203a%20edicao.pdl>>. Acesso em 19 abr. 2004.

SILVA, L. C. T. **Aditivos plastificantes para concreto armado**. Disponível em: <<http://projetoconstrucao.hpg.ig.com.br/diversosconcretodosado.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2005.

VANTAGEM. Third iberoamerican academy of management international conference, 2003. São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FGV/SP, 2003.

Disponível em:

<http://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0388_Artigoiberoamerican%20versao%20quatro%2013%20junho.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2005.

WRIGHT, P.; KROLL, M. J.; PARNEL, J. **Administração estratégica: conceitos**. 11a ed. São Paulo: Atlas, 2000. 85 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman. 2001. 205 p.