

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGE
NÚCLEO ORIENTADO PARA A INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO - NORIE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO**

Roberto Barbosa dos Santos

Porto Alegre

2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL – PPGEC
NÚCLEO ORIENTADO PARA A INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO - NORIE

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NO PROCESSO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DE OBRAS DE EDIFICAÇÃO**

Roberto Barbosa dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul (UFRGS) como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Orientadora: Prof^a. Dra. Carin Maria Schmitt

Porto Alegre

2001

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovada em sua forma final pela orientadora e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Carin Maria Schmitt
Dra. Em Administração pela UFRGS
Orientadora

Francisco de Paula Simões Lopes Gastal
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil

Banca Examinadora:

Prof. Luís Henrique Rodrigues (UNISINOS)
Ph.D. pela University of Lancaster (UK)

Prof. Luiz Fernando M. Heineck (UFSC)
Ph.D. pela University of Leeds (UK)

Profa. Mirian Oliveira
Doutora em Administração pela UFRGS

"O espírito humano é um enfermo que anda com o auxílio de duas muletas: a ciência e a religião."

"A sabedoria equilibrante consiste nestes quatro verbos: - saber a verdade, querer o bem, amar o belo, fazer o que é justo! – porque a verdade, o bem, o belo e o justo são inseparáveis de tal forma que aquele que sabe a verdade não pode deixar de querer o bem, amá-lo porque é belo e fazê-lo porque é justo."

Eliphaz Levi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, que me concedeu o direito de existir e a saúde necessária para trabalhar.

Agradeço de forma muito especial a meus pais, Rosivaldo e Margarida, que idealizaram e lutaram pelo futuro dos filhos. Agradeço a meu irmão Luciano, a quem muito devo, pois desde cedo sempre foi uma referência para mim. Agradeço também a minha irmã Suzana pelo apoio, carinho e ternura que sempre me deu ao longo do tempo.

A Kátia, minha amada noiva, pessoa que com o passar dos anos aprendi a gostar e a admirar eu agradeço toda paciência e apoio que tive durante estes dois anos de trabalho.

Ao professor Roberaldo Carvalho de Souza eu agradeço todo o empenho que teve para garantir que eu tivesse uma boa formação acadêmica durante toda a minha passagem pelo grupo PET – Engenharia Civil / UFAL (14/08/1995 a 26/03/1999).

Agradeço ao grupo PET – Engenharia Civil/UFAL, que contribuiu de forma decisiva para a minha formação profissional e pessoal. Agradeço também a todos aqueles que fizeram a família PET (Sidnei, Omar, Fábio, Patrick, Romel, Marllus, Alex, Luís Gustavo, Márcio, Laura, Luciana, Jerônimo, Walter, Nilson, ...).

A professora Carin, minha orientadora, eu agradeço toda a atenção e apoio que tive durante todo o mestrado. Pois foi uma pessoa com quem sempre pude contar, e sempre somou, nunca dividiu ou subtraiu. Mostrou-me minha falhas e interferiu nos momentos certos para que eu pudesse me desenvolver e desenvolver este trabalho corretamente.

Agradeço também a todos os meus colegas e amigos de NORIE: Nagui, Maki, Giane, Cristina, Paulo, Rogério, Jairo, Ercilia, Formoso, Barros Neto e Andréa, Ruy, Bonin e Denise. Agradeço especialmente a Washington, pelo seu companheirismo e exemplo, a Mônica, Valéria (*a filha*) e Thaís, pela convivência, discussões e apoio.

A Marcelo, fica um grande obrigado, pois foram dois anos de amizade, futebol e trabalho, que as aulas de PCP e de Avaliação fiquem em nossas memórias por um bom tempo.

Agradeço especialmente a Casa do Estudante Universitário (CEU) pelo tempo de moradia durante todo o mestrado, pelos valiosos momentos de reflexão na sacada do 7º andar, onde avistava o parque da Redenção e a praça Argentina. Sem dúvida levarei a lembrança e a saudade deste lugar.

Também tenho muito a agradecer aos amigos que encontrei na Casa do Estudante. Agradeço a Rosana, Saionara, Márcia, Geovane, “Hugo” Ernesto e Éder por toda convivência que tivemos, as conversas no corredor e principalmente pelo companheirismo.

Agradeço a CAPES por Ter financiado minha bolsa do Programa Especial de Treinamento (PET) durante três anos e meio da graduação e pela bolsa de mestrado, pois sem ela este trabalho não teria sido realizado.

Agradeço também a CIPESA Engenharia S.A. por toda a ajuda que me deu durante a graduação e pós-graduação. Pois, onde foi onde tive a oportunidade de ter contato prático com a área de construção civil, área que escolhi para seguir carreira.

Agradeço também a todos aqueles que foram meus professores, desde 1982, quando comecei a estudar em Aracaju-SE, até hoje, quando encerro o meu curso de mestrado em engenharia civil em Porto Alegre-RS.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE TABELAS.....	XIII
RESUMO.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 FORMULAÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	1
1.2 PRESSUPOSTOS.....	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	5
1.5 ESTRUTURA PROPOSTA PARA O TRABALHO.....	5
2. MÉTODO DE PESQUISA.....	7
2.1 INTRODUÇÃO	7
2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	7
2.2.1 Revisão da literatura.....	8
2.2.2 Seleção do projeto.....	9
2.2.3 Orçamento e programação do projeto	9
2.2.4 Simulações do projeto.....	10
3. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	12
3.1 INTRODUÇÃO	12
3.2 OBJETIVOS DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE.....	13
3.3 ELEMENTOS DO PLANEJAMENTO	15
3.4 NÍVEIS DO PLANEJAMENTO.....	16
3.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS	18

3.6	INCERTEZA E VARIABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	25
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
4.	TÉCNICAS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS.....	29
4.1	INTRODUÇÃO	29
4.2	USO DA PROGRAMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	29
4.2.1	<i>Definição das atividades da programação.....</i>	<i>30</i>
4.2.2	<i>Estimativa da duração das atividades.....</i>	<i>31</i>
4.2.3	<i>Alocação de recursos</i>	<i>33</i>
4.2.4	<i>Técnicas de programação.....</i>	<i>35</i>
4.3	USO DA SIMULAÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	46
4.3.1	<i>Técnicas de simulação</i>	<i>51</i>
4.4	OTIMIZAÇÃO	56
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
5.	A TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	58
5.1	INTRODUÇÃO	58
5.2	PROCEDIMENTO DE ENFOCAR	58
5.2.1	<i>Identificar a(s) restrição(ões) do sistema.....</i>	<i>59</i>
5.2.2	<i>Decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema</i>	<i>60</i>
5.2.3	<i>Subordinar tudo e todos ao ritmo da(s) restrição(ões) do sistema</i>	<i>61</i>
5.2.4	<i>Elevar a(s) restrição(ões) do sistema.....</i>	<i>62</i>
5.2.5	<i>Voltar ao primeiro passo e refazer o procedimento</i>	<i>62</i>
5.3	GERENCIAMENTO DO PROJETO	62
5.3.1	<i>Planejamento e Controle da Produção</i>	<i>67</i>
5.3.2	<i>Programação.....</i>	<i>67</i>
5.3.3	<i>Sincronização da Produção.....</i>	<i>69</i>
5.4	ANÁLISE DE DESEMPENHO	70
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6.	SIMULAÇÕES E RESULTADOS.....	72
6.1	O EMPREENDIMENTO SELECIONADO.....	72
6.2	ORÇAMENTO E PROGRAMAÇÃO.....	77
6.3	ESTUDO PRELIMINAR: SIMULAÇÃO DE UMA CASA	77

6.3.1	<i>Programação</i>	77
6.3.2	<i>Simulação das redes</i>	78
6.3.3	<i>Conclusões e considerações sobre o estudo preliminar</i>	93
6.4	SIMULAÇÃO DE VINTE CASAS	93
6.4.1	<i>Programação</i>	93
6.4.2	<i>Simulação das redes</i>	94
6.4.3	<i>Conclusões e considerações sobre o empreendimento</i>	103
6.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
7.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
	ANEXOS	116
	ANEXO I: PLANILHAS DE PREÇOS	117
	ANEXO II: RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES	121
	ANEXO III: REPLICAÇÕES	127
	ANEXO IV: REDES DE ATIVIDADES	129
	ANEXO V: RESULTADOS DE SIMULAÇÕES	146

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -Delineamento da Pesquisa	8
Figura 2.2 -Estruturação das simulações.....	11
Figura 3.1 - Relacionamento entre o planejamento e o controle.....	14
Figura 3.2 -Interação entre o processo de planejamento e o ambiente.....	15
Figura 3.3 -Comportamento da influência e dos custos ao longo do ciclo de vida de um projeto	17
Figura 3.4 -Processo de Planejamento	18
Figura 3.5 -Modelo entrada-saída do processo de planejamento	19
Figura 3.6 - Modelo de planejamento.....	19
Figura 4.1 -diagrama de precedência.....	38
Figura 4.2 -Representação gráfica da linha de balanço para uma atividade.....	40
Figura 4.3 -Diagrama de barras para um par de atividades com precedência Término-Início	41
Figura 4.4 -Linha de balanço para duas atividades com precedência término-início.....	42
Figura 4.5 -Ajuste da linha de balanço para manutenção da continuidade dos recursos.....	42
Figura 4.6-Diagrama de barras para atividades com ritmos divergentes.....	43
Figura 4.7 -Linha de balanço para atividades com linha divergentes.....	44
Figura 4.8 – Sequência de controle para precedências do tipo término-início com convergência	45
Figura 4.9 - Sequência de controle para precedências do tipo término-início com divergência	45
Figura 4.10 -Caracterização de processos para geração de modelos de simulação	50
Figura 5.1 -Pulmões de projeto e de convergência	63
Figura 5.2 -Mecanismo de atuação dos pulmões de convergência	64
Figura 5.3 -Distribuição dos recursos no projeto	65
Figura 5.4 -Corrente crítica	65

Figura 5.5 -Gerenciamento dos pulmões	66
Figura 5.6 -Abordagens para a programação	69
Figura 6.1 -Planta de situação do empreendimento	73
Figura 6.2 -Fachadas do empreendimento	74
Figura 6.3 -Cortes do empreendimento.....	74
Figura 6.4 -Planta baixa do térreo	75
Figura 6.5 -Planta baixa do primeiro pavimento	76
Figura 6.6 -Rede de precedências convencional para uma casa	83
Figura 6.7 -Caminho crítico e ramificações não críticas para uma casa.....	84
Figura 6.8 -Rede de precedências com pulmões para uma casa	85
Figura 6.9 -Rede de precedências com mais de um pulmão de projeto.....	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 -Funções com suas responsabilidades e informações necessárias	23
Quadro 4.1 -Simbologia usada na metodologia CYCLONE	52
Quadro 4.2 - Símbolos usados na metodologia CYCLONE para modelar os recursos	53
Quadro 4.3 -Símbolos usados na metodologia CYCLONE para modelar as interdependências entre os processos	53
Quadro 4.4 -Simbologia empregada técnica STROBOSCOPE	54
Quadro 4.5 - Comparação entre as técnicas de simulação.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 -Atividades que integram a programação de uma casa	79
Tabela 6.2 -Dimensões iniciais dos pulmões de convergência	80
Tabela 6.3 -Incorporação de variabilidade nas estimativas de tempo	81
Tabela 6.4 -Dimensionamento dos pulmões	87
Tabela 6.5 -Gerenciamento dos pulmões de convergência	88
Tabela 6.6 -Gerenciamento do pulmão de projeto.....	89
Tabela 6.7 -Consumo do pulmão de projeto	89
Tabela 6.8 -Comportamento do empreendimento com gerenciamento dos pulmões	90
Tabela 6.9 -Gerenciamento do pulmão de projeto 1 para uma casa	90
Tabela 6.10 -Gerenciamento do pulmão de projeto 2 para uma casa	90
Tabela 6.11 -Consumo dos pulmões de projeto para uma casa	91
Tabela 6.12 -Comportamento do empreendimento com dois pulmões de projeto	91
Tabela 6.13 – Divisão de atividades por pulmão e dimensionamento iniciais dos pulmões de convergência	95
Tabela 6.14 -Redimensionamento dos pulmões.....	97
Tabela 6.15 -Consumo do pulmão de projeto em função da finalização das atividades do caminho crítico (sem intervenção).....	99
Tabela 6.16 -Consumo do pulmão de projeto em função da finalização das atividades do caminho crítico (com intervenção).....	101

RESUMO

Devido à necessidade de permanecer competitiva e rentável, a indústria da construção civil tem mudado a forma de conduzir seus negócios e adaptado filosofias gerenciais para a sua realidade, como é o caso do Just-in-Time (JIT) e dos Sistemas da Qualidade (por exemplo: TQM e TQC). Dentro deste contexto, encontra-se a aplicação da Teoria das Restrições (TR) no processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) de obras de edificação. A Teoria das Restrições é uma filosofia gerencial fundamentada no conceito de restrição e em como gerenciar as restrições identificadas, fornecendo: (a) um procedimento para os responsáveis pela produção identificarem onde e como concentrar esforços e (b) um processo de melhoria contínua para o sistema produtivo como um todo, buscando sempre o ótimo global antes do local. O desconhecimento dos possíveis benefícios e dificuldades decorrentes da adaptação e aplicação desta teoria na indústria da construção civil fez com que a aplicação da Teoria das Restrições fosse simulada, usando a técnica STROBOSCOPE (State and Resource Based Simulation of Construction Processes), em um empreendimento para analisar os impactos que prazos e custos podem sofrer durante as aplicações em casos reais. Estas simulações mostraram que a Teoria das Restrições e suas técnicas e ferramentas são aplicáveis ao processo de PCP, reduzindo os atrasos e os custos por atraso que um empreendimento pode sofrer.

ABSTRACT

Just the need to stay profitmaking and competitive, the construction industry has changed the way of make business and suited managerial philosophies to its reality (for example: JIT and TQM). In this way, the theory of constraints can be used into the Production Planning and Control process. The Theory of Constraints is a managerial philosophy based on constraint concept and how to manage these constraints, supplying: (a) a procedure that show where and how to focus and (b) a continuous improvement process to the production system as whole. However, the benefits and shortages of the theory application to construction field is not know. Then, the Theory of Constraints application was simulated with STROBOSCOPE Simulation system in a construction project to highlight the impacts on time and cost. The results show that the Theory of constraints can be used in construction industry. Moreover, delays and delays costs decreased.

1. INTRODUÇÃO

1.1 FORMULAÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Estudos vêm sendo realizados com o objetivo de adaptar filosofias e técnicas gerenciais desenvolvidas em ambientes de manufatura para a construção, como é o caso dos Sistemas da Qualidade (Controle da Qualidade, Total Quality Management – TQM, ...) (PICCHI & AGOPYAN, 1993; HEDENSTAD & MEYER, 1993), Just-in-Time (JIT) (PHENG & HUI, 1999) e da Teoria das Restrições (TR) (SHEN et al. 2000). Devido a natureza dinâmica dos projetos, que aumenta a incerteza e a complexidade dos mesmos (HOWELL & BALLARD, 1996), as expectativas em relação ao processo de planejamento e suas técnicas têm aumentado.

Este contexto realça a importância do papel do Planejamento e Controle da Produção (PCP), que ocupa uma posição central entre as funções dos gerentes (LAUFER & TUCKER, 1987). Apesar da sua importância, este processo não vem sendo devidamente realizado e implementado, chegando ao ponto de confundir o processo com os seus resultados (LAUFER et al., 1993), pois planejamento se refere ao processo de planejar o que deve acontecer e plano, simplesmente à apresentação dos resultados deste processo para um determinado espaço de tempo.

As causas encontradas para esta situação são (LAUFER & TUCKER, 1987):

- principais metas da construção são custo, tempo e qualidade, sendo que a última recebe menos atenção;
- preocupação excessiva com a administração da produção em detrimento do processo de construção, devido a formação dos profissionais responsáveis pelo planejamento.

As técnicas para programação empregadas hoje também apresentam limitações, além de haver uma inconsistência em relação às especificações da programação, tais como o tempo de atualização e nível de detalhe (KRONE, 1997). Estudos vêm sendo conduzidos no sentido de revisar/reformular estas técnicas (COTTRELL, 1999; HEGAZY, 1999; LU & ABOURIZK, 2000) para melhorar a confiabilidade das programações geradas (KOG et al., 1999) e desenvolver modelos de simulação mais próximos da indústria da construção (SENIOR & HALPIN, 1998), cuja necessidade é reconhecida e a pesquisa incentivada (CARR & MALONEY, 1982; HALPIN, 1993).

PAULSON JR (1976) coloca que o gerenciamento da construção possui quatro áreas com potencial para o desenvolvimento de pesquisas, são elas:

- **força de trabalho e desenvolvimento organizacional** - os principais temas associados a esta área são: (1) qualificação de profissionais e (2) melhoria das estruturas organizacionais;

- **metodologias gerenciais** – visa o desenvolvimento e melhoria de ferramentas para a indústria da construção civil, ligadas, por exemplo, à engenharia de custos, aquisição de materiais, planejamento e programação. Dentro deste contexto, encontra-se a simulação como uma ferramenta que coopera com este esforço de desenvolvimento e melhoria;
- **inovações no métodos** – visando melhorar os métodos e tecnologias existentes;
- **dinâmica da indústria da construção** – aborda a indústria da construção civil como um todo, contemplando todas as relações com a economia, governo e incluindo a possibilidade de modelar e analisar estas relações.

No tocante a programação de obras, ASSUMPÇÃO & FUGAZZA (1998) relatam que apesar de existirem modelos mais sofisticados, estes não chegam a ser utilizados como ferramenta de planejamento em função da falta de cultura do setor e a escassez de aplicativos, em português, específicos para a área de construção. Também é citada a dificuldade gerar e analisar redes com grande número de atividades como um dos motivos, só que o grande problema destas redes é que elas se tornam desatualizadas com grande rapidez (LAUFER & TUCKER, 1987), pois altos níveis de detalhe não são interessantes no planejamento de longo prazo, pois tanto a entrada, quanto a análise dos dados consomem muito tempo e também porque a programação gerada acaba sendo ignorada pouco tempo após sua criação (HOPP & SPEARMAN, 1996).

Como citado anteriormente, ocorre o esforço de melhoria da construção através da busca e adaptação dos conceitos desenvolvidos e adotados em outras indústrias. Esforço defendido por TAHER & SHARAD (1998), pois para estes autores os profissionais da construção civil devem estar atentos aos conceitos que surgem no campo do gerenciamento para poderem adaptá-los e usá-los. O uso da Teoria das Restrições é um exemplo (SHEN et al., 2000). Estabelecida sobre o conceito de restrição¹ e seu gerenciamento, concentra esforços nos aspectos que limitam o sucesso do sistema (DETTMER, 1995) e fornece um procedimento de melhoria contínua e sincronização da produção, permitindo aos gerentes pensar e planejar para então fazer e controlar (COX & SPENCER, 1998).

A Teoria das Restrições, segundo DETTMER (1995), fornece três contribuições importantes:

- uma maneira para modelar todo o processo e expor as restrições para melhorias;
- um mecanismo para identificar o que mudar e como proceder a mudança;

¹ restrições, ou gargalos, são recursos que não têm capacidade suficiente para atender a demanda (GOLDRATT, 1991; GOLDRATT, 1998). Entende-se como recurso qualquer elemento necessário para produzir um produto (por ex.: *peçoas, equipamentos e materiais*) (CORRÊA & GIANESI, 1993)

- uma forma de medir as consequências das decisões tomadas no desempenho do sistema como um todo.

GOLDRATT (1991; 1998) apresenta os passos que norteiam a aplicação desta teoria, são eles:

- identificar as restrições do sistema;
- decidir como explorar as restrições do sistema;
- subordinar tudo e todos ao ritmo das restrições do sistema;
- elevar as restrições do sistema;
- voltar ao primeiro passo e refazer o procedimento.

A aplicação destes passos traz implicações sobre a forma como a programação é executada, principalmente o terceiro, que é responsável pela sincronização da produção. Considerando estes passos, a programação, segundo a Teoria das Restrições, é gerada de forma que os recursos que não representam gargalos tenham sua capacidade produtiva subutilizada, pois só deve ser produzido o mínimo necessário para manter o gargalo funcionando. Outra diferença em relação à forma tradicional de programação é a introdução de pulmões² (buffers) para proteger o gargalo da variabilidade, no caso do gerenciamento de projetos o caminho crítico é a restrição (GOLDRATT, 1998). GOLDRATT (1998) critica de forma bastante incisiva as estimativas de tempo, afirmando que estas estimativas são superestimadas na tentativa de diminuir a atuação da incerteza. Este superdimensionamento ocorre porque as estimativas são baseadas na experiência de quem as fornece. FENTE et al. (1999) confirmam a ocorrência desta prática ao afirmarem que na ausência de dados, a solução é a experiência dos profissionais envolvidos com o processo. Porém, este tipo de dado não existe para a grande maioria das atividades, chegando ao extremo da inexistência na indústria da construção civil (LEACH, 1999). Diante disso, GOLDRATT (1998) afirma que todas as proteções devem ser tiradas das durações individuais das atividades e colocadas de uma única vez nos pulmões. HOEL & TAYLOR (1999) confirmam o discurso de GOLDRATT (1998) e afirmam que reduções significativas no tempo de execução do projeto podem ser alcançadas utilizando estimativas de tempo sem proteções embutidas.

É importante perceber que as empresas estão precisando cada vez mais de modelos mais sofisticados e eficientes, que sejam capazes de melhorar a qualidade dos produtos e a competitividade frente aos concorrentes (ASSUMPCÃO & FUGAZZA, 1998). Desta forma, a utilização da Teoria das Restrições pode ser útil para o

² pulmões (*buffers*) são intervalos de tempo colocados em posições diferentes para proteger a programação da variabilidade. No gerenciamento de projetos, os pulmões são colocados na junção dos caminhos não críticos com o crítico (GOLDRATT, 1998).

desenvolvimento de um sistema mais adequado para a indústria da construção. Além disso, quem conseguir desenvolver processos mais eficientes e mais baratos dominará o mercado, pois uma vantagem competitiva sustentável³ virá muito mais de novos processos do que de novos produtos. Isso acontece porque este setor ainda precisa de uma estrutura para analisar os métodos e processos construtivos correntes, para melhorá-los ou, até, substituí-los (HALPIN, 1993).

Diante deste cenário de competição, onde se persegue as melhores práticas gerenciais, o presente trabalho visa aplicar a Teoria das Restrições no PCP de obras de edificação, com o intuito de verificar a sua viabilidade para a indústria da construção civil.

1.2 PRESSUPOSTOS

Este trabalho tem como pressuposto que os conceitos da Teoria das Restrições são aplicáveis ao processo de PCP de obras de edificação e que as técnicas de programação baseadas em redes de precedência empregadas são na programação destas obras.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho é avaliar a aplicação desta teoria no PCP de obras de edificação, considerando as particularidades⁴ do processo que tornam a indústria da construção civil, subsetor edificações, diferenciada.

Este trabalho tem os seguintes objetivos secundários:

- a) analisar a aplicação das redes de precedências (PERT/CPM) na programação de obras de edificação;
- b) usar a simulação como ferramenta efetiva dentro do planejamento e controle de obras de edificação;
- c) avaliar a adaptação dos conceitos da Teoria das Restrições aos projetos de obras de edificação;

Entretanto, para alcançar estes objetivos, não foram considerados todos os aspectos envolvidos na construção de uma obra de edificação, sendo imposto algumas limitações para o trabalho. O item a seguir apresenta e discute estas limitações.

³ uma vantagem competitiva é uma estratégia que visa criar valor sem estar sendo implementada por nenhum concorrente, atual ou potencial. Uma vantagem competitiva sustentável, além de não estar sendo implementada por mais ninguém, faz com que seus benefícios não sejam reproduzidos por um longo período de tempo (BARNEY, 1991).

⁴ dentre estas particularidades devem ser consideradas: ambiente com muita variabilidade (BALLARD & HOWELL, 1998; FANIRAN et al, 1999) e a diversidade de processos existentes.

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Uma limitação imposta ao trabalho foi não considerar as instalações de canteiro (*por ex.: barracões e telheiros*) dentro das atividades da programação. Em consequência desta simplificação tem-se que:

- o projeto de canteiro da obra não é considerado;
- dos serviços iniciais só foram considerados: limpeza do terreno, locação da obra e máquinas, equipamentos e andaimes;
- nos serviços finais e complementares só foram considerados: limpeza da obra, amontoamento e remoção de entulhos e instalação de equipamentos condominiais e privados.

Também se assumiu que as perdas de materiais permaneceriam dentro dos valores considerados usuais nas composições unitárias de custo dos serviços na construção civil.

Com estas limitações, somente as variações nos custos de mão-de-obra e equipamentos serão contabilizadas durante as simulações. Onde se assumiu que todas as atividades se comportariam conforme a mesma distribuição estatística. A distribuição estatística adotada foi a distribuição beta, por ser uma distribuição bastante usada na indústria da construção civil (MAIO et al., 2000).

Considerando que este é um trabalho inicial envolvendo a Teoria das Restrições e a indústria da construção civil e que as estimativas de tempo não são totalmente baseadas na experiência de especialistas, optou-se por não alterar as estimativas de tempo, conforme recomenda GOLDRATT (1998). Desta forma, só será possível avaliar o impacto do gerenciamento dos pulmões como ferramenta de controle. Caracterizando assim o não uso da corrente crítica, descrita por GOLDRATT (1998), no gerenciamento de empreendimentos na construção civil, sub-setor edificações. Espera-se que com esta simplificação (*não uso da corrente crítica*) o presente trabalho alcance uma maior penetração no mercado.

1.5 ESTRUTURA PROPOSTA PARA O TRABALHO

Este trabalho encontra-se organizado em forma de capítulos que abordam cada aspecto relevante separadamente. Os próximos capítulos desta dissertação foram estruturados da seguinte forma:

CAPÍTULO 2: Método de Pesquisa – descreve o método de pesquisa adotado no desenvolvimento do trabalho;

CAPÍTULO 3: O Processo de Planejamento e Controle na Construção Civil – trata da problemática envolvendo este processo, caracterizando a forma como é realizado e seus principais problemas;

CAPÍTULO 4: Técnicas para o Planejamento e Controle de Obras– aborda os aspectos referentes às técnicas de programação e simulação empregadas na indústria da Construção Civil como ferramentas para auxiliar no processo de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

CAPÍTULO 5: Teoria das Restrições – fornece uma visão geral do que trata esta teoria, seus conceitos e métodos, tentando estabelecer conexões com o processo de PCP de obras.

CAPÍTULO 6: Resultados – descreve o projeto utilizado para realização das simulações e apresenta as dificuldades encontradas e os resultados alcançados com a simulação do projeto.

CAPÍTULO 7: Conclusões e Considerações Finais – condensa os resultados alcançados através das simulações e os compara frente aos objetivos, principais e secundários, do trabalho para então chegar às conclusões. O capítulo é encerrado com as sugestões deixadas para futuras pesquisas.

2. MÉTODO DE PESQUISA

2.1 INTRODUÇÃO

Um processo de pesquisa pode ser dividido em quatro etapas distintas (MATTAR, 1996):

- **identificação e elaboração de um problema de pesquisa** – identificação de um problema a ser resolvido, no qual o processo de pesquisa possa contribuir decisivamente para a solução;
- **planejamento da pesquisa** – engloba a definição de objetivos e operacionalização da pesquisa, passando pelas fontes de dados, métodos de pesquisa, instrumentos de coleta e análise de dados;
- **execução da pesquisa** – passa pela coleta de dados junto às fontes selecionadas, análise e interpretação dos mesmos;
- **comunicação dos resultados** – apresenta as principais conclusões referentes ao problema proposto.

A primeira destas etapas foi abordada no capítulo 1, no item formulação do tema e justificativa do estudo. Neste capítulo serão tratados os aspectos relacionados às duas etapas seguintes do processo de pesquisa (*planejamento e execução*).

2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Este item apresenta o roteiro a ser seguido durante a realização deste trabalho, correspondendo à segunda etapa do processo de pesquisa. Segundo YIN (1994), o desenvolvimento desta etapa é a maior tática para aumentar a confiabilidade do método, tendo o objetivo de guiar o pesquisador durante a realização da pesquisa.

Esta pesquisa foi dividida nas seguintes etapas, mostradas na Figura 2.1: revisão da literatura, seleção do projeto, orçamento e programação, simulações do projeto e resultados e conclusões.

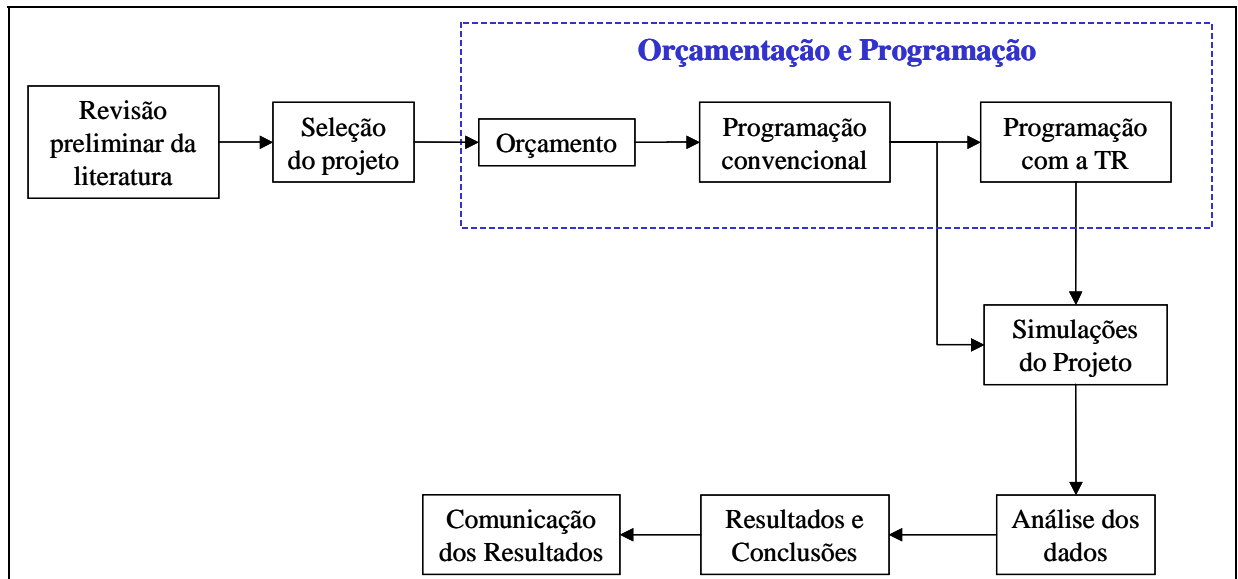


Figura 2.1 -Delineamento da Pesquisa

Os próximos itens detalham as etapas em que o presente trabalho foi dividido.

2.2.1 Revisão da literatura

Esta revisão teve o objetivo de limitar o problema de pesquisa e embasar conceitualmente o trabalho. Os temas abordados foram:

- **processo de planejamento e controle da produção** – dentro deste item procurou-se caracterizar o processo de planejamento em empresas construtoras, identificando os níveis, fases e elementos do processo, as funções exercidas e respectivas responsabilidades e as informações necessárias. Um outro ponto importante foi a consideração da variabilidade e incerteza, com o objetivo de identificar relações de causa e efeito dentro do PCP. Por fim, buscou-se as novas abordagens que vêm sendo dadas ao processo de planejamento e controle em empresas construtoras, mostrando os ganhos em relação à forma convencional de realização deste processo;
- **técnicas para o planejamento e controle** – as técnicas pesquisadas foram divididas em dois grande grupos: programação e simulação. Dentro das técnicas de programação foram pesquisadas as que tradicionalmente são usadas para programação da produção e gerenciamento de projetos, mostrando as suas vantagens e desvantagens. Em relação à simulação, buscou-se defini-la, mostrar os seus objetivos e os aspectos positivos e negativos decorrentes da sua utilização. Também são apresentadas e comparadas algumas das técnicas existentes (*por ex.: CYCLONE e STROBOSCOPE*);
- **Teoria das Restrições** – neste tópico procurou-se caracterizar esta teoria, esclarecendo os conceitos por ela utilizados, suas aplicações e implicações no: processo de planejamento, programação e controle

da produção; gerenciamento de projetos de um modo geral e especificamente para a indústria da construção civil.

É importante lembrar que a revisão bibliográfica não ficou restrita ao período inicial da pesquisa, como está apresentado na Figura 2.1, permanecendo durante todo o desenvolvimento do trabalho.

2.2.2 Seleção do projeto

Para realização deste trabalho foi selecionado apenas um empreendimento, cujos projetos foram gentilmente cedidos pela empresa responsável pela execução do mesmo. Este empreendimento será referenciado pelo nome fictício de residencial Maceió. Trata-se de um condomínio fechado com 20 casas geminadas duas a duas.

Este empreendimento foi selecionado em função da relativa simplicidade de execução de cada casa, do número de repetições proporcionadas pelo projeto e pela facilidade de obtenção dos seus documentos de projeto. No capítulo 6 será apresentada uma descrição detalhada deste empreendimento.

2.2.3 Orçamento e programação do projeto

Uma vez conhecido o empreendimento a ser analisado, inicia-se a etapa de orçamento e programação do mesmo. O orçamento desta obra também foi fornecido pela a empresa construtora responsável pela sua execução. Foram cedidas as planilhas de custos, as composições unitárias e um relatório de insumos por serviço.

De posse do orçamento pode-se elaborar as programações do empreendimento: uma convencional e outra com a Teoria das Restrições.

A programação convencional foi baseada nos quantitativos de serviços fornecidos pela empresa construtora e seguiu os seguintes passos: definição das atividades, estimativas iniciais⁵ de tempo para as atividades, alocação de recursos e durações definitivas para cada atividade. Este procedimento está detalhado no capítulo 4 desta dissertação.

A programação com a Teoria das Restrições teve como base a programação convencional, os resultados da simulação desta programação e a base conceitual introduzida pela Teoria das Restrições. No tocante às estimativas de tempo, identificou-se um conflito na literatura, pois quem fornece as estimativas de tempo afirma que estas estimativas consideram que as atividades vão ser executadas em condições ótimas (*mão-de-obra, equipamentos e materiais no tempo e locais certos*) (OGERSHOK, 1999), levando em conta os transportes vertical

⁵ As estimativas iniciais de tempo foram determinadas a partir dos quantitativos e composições de custo unitário dos serviços que foram orçados.

e horizontal, rendimento dos equipamentos e produtividade de mão-de-obra (m-d-o). Entretanto, a falta de dados a respeito de cada atividade faz com que a experiência dos profissionais envolvidos seja muito importante na determinação destas estimativas de tempo (FENTE et al., 1999).

Vale ressaltar que nesta etapa será dada atenção às diferenças e semelhanças entre estas duas formas de programar, buscando identificar vantagens e desvantagens que possam existir na geração das programações.

2.2.4 Simulações do projeto

2.2.4.1 Aspectos gerais

O uso da simulação pode acontecer de duas formas distintas. A primeira é empregar a simulação para gerar dados a cerca da execução de cada atividade, por exemplo, na estimativa de durações (DABBAS & HALPIN, 1982), retroalimentando o processo de PCP. A segunda forma, e a que é adotada neste trabalho, consiste na simulação do projeto como um todo.

Este tipo de simulação é descrito por MARTINEZ (1996) e MARTINEZ & IOANNOU (1997), onde entende-se como simulação de projeto a simulação de uma rede de precedências. Sendo assim, o nível de detalhamento chega até as atividades, não até os processos, como concebem SAWHNEY et al. (1998). Desta forma, a simulação do projeto passou pelas seguintes etapas:

- estabelecimento de intervalos de variação para as durações das atividades⁶;
- determinação do número de replicações;
- simulação da rede considerando as faixas de variação para cada atividade e utilizando a função densidade de probabilidade⁷ beta para as durações, conforme indicado por FENTE et al. (2000);
- introdução dos conceitos e ferramentas da Teoria das Restrições na programação;
- simulações da nova programação.

Uma vez realizadas as simulações, os resultados coletados serão analisados visando quantificar os impactos da Teoria das Restrições dentro do PCP de obras de edificação. A Figura 2.2 apresenta a estruturação das simulações, mostrando suas fases e o que cada uma destas fases englobou.

⁶ Como não existem dados quantitativos a respeito das durações de atividades executadas (FENTE et al., 1999; LEACH, 1999), adotou-se as recomendações de OGERSHOCK (1999) para as variações nas durações das atividades.

⁷ FENTE et al. (2000) e MAIO et al. (2000) apresentam uma discussão mais detalhada a respeito das funções densidade de probabilidade e como seleciona-las

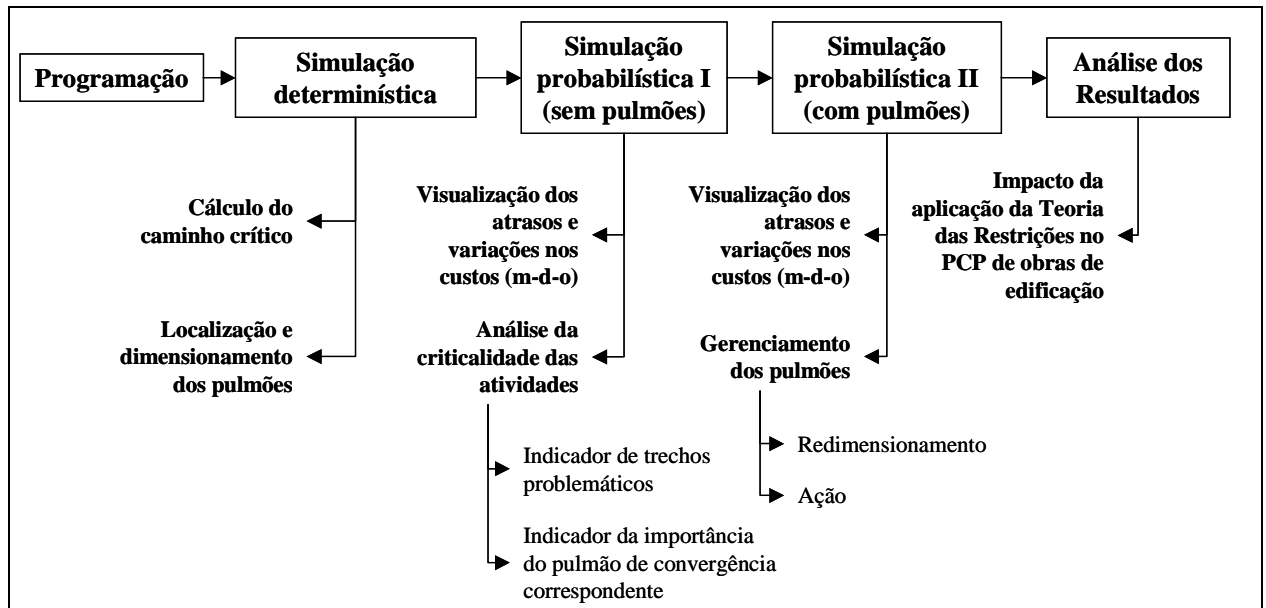


Figura 2.2 -Estruturação das simulações

2.2.4.2 Variáveis

Neste trabalho são identificados dois tipos de variáveis (MATTAR, 1996):

- **variáveis independentes (controladas)** – são as variáveis manipuladas e/ou controladas que influenciam no comportamento das variáveis dependentes. No presente trabalho serão controladas as seguintes variáveis: recursos (atributos e quantidades) e duração do projeto;
- **variáveis dependentes (medidas)** – são todas as influenciadas pelas variáveis independentes e cujos resultados interessam aos pesquisadores. Sendo assim, as variáveis que serão medidas são: o tempo de execução do projeto, custos e o consumo dos pulmões.

2.2.4.3 Modelagem e simulação do projeto

Pelo fato de ter sido definido que o nível de análise da programação seria o das atividades, as redes de precedências (*modelo PERT/CPM*) conseguem modelar o empreendimento e alimentar as simulações de forma satisfatória.

Uma vez gerados os modelos, as simulações foram realizadas com o auxílio do PROBABILISTIC CPM ADD-ON para o sistema computacional STROBOSCOPE Simulation System. Este sistema trabalha com arquivos de entrada e relatórios de saída. Os relatórios de saída são uma das principais fontes de dados deste trabalho.

3. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

3.1 INTRODUÇÃO

Em todo sistema produtivo são definidas metas e estratégias, desencadeando um processo de PCP, cujo resultado são planos que administram os recursos, permitindo a correção de desvios (TUBINO, 1997). Apesar de sua importância, este processo em empresas construtoras é mal desempenhado (REICHMANN et al., 1998), ainda sendo visto como um fim e não um meio (BIRREL, 1980), alcançado pela elaboração isolada de orçamentos, programações, detalhamentos de passos a serem seguidos e as restrições que devem ser obedecidas na execução de um projeto (BALLARD & HOWELL, 1998). Em muitos casos a falência deste processo é atribuída a ausência de planos formais, falta de confiança nos planos, visão limitada e de curto prazo do gerente e modismo (LIMMER, 1997). Contudo, ainda não é possível considerar todos os fatores que influenciam o processo de construção (CHUA et al., 1999), de forma que integrar todos os componentes do planejamento beneficiaria as empresas construtoras.

Além disso, percebe-se que o processo de planejamento é algo que permanece pouco explorado, pois a maioria dos estudos, ao longo das últimas décadas, sobre planejamento enfoca as ferramentas e técnicas e não o processo em si (LAUFER et al., 1993). Além do conhecimento destas técnicas é necessário atender uma série de condições, entre elas estão comunicação, integração⁸ e o estabelecimento de objetivos e estratégias, para que o processo seja bem executado (LIMMER, 1997). LAUFER et al. (1993) mostram que planejamento e planos são coisas distintas, distinção que não é muito bem entendida pelas empresas construtoras. Para estes autores, planejamento é o processo pelo qual se decide o que e como fazer antes da ação ser requerida, ao passo que plano é apenas a formulação dos resultados do processo de planejamento. Outra definição para planejamento é dada por LIMMER (1997), que o define como o processo no qual os objetivos são estabelecidos, as informações são veiculadas e os resultados comunicados às partes envolvidas.

LAUFER & TUCKER (1987) colocam que o planejamento deve responder a quatro questões:

- o que deve ser feito (*quais atividades*)?;
- como as atividades devem ser realizadas (*quais os métodos*)?;
- quem deve executar as atividades e com que meios (*quais os recursos*)?;

⁸ KAWOOYA & AOUAD (1997) indicam que os trabalhos desenvolvidos recentemente adotaram uma abordagem integrada para a construção de um modo geral.

- quando as atividades devem ser realizadas (*qual a seqüência*)?

Para HOPP & SPEARMAN (1996) o que diferencia um bom sistema de um ruim é como os problemas decorrentes desta divisão são resolvidos e, principalmente, coordenados. Durante a execução do processo de PCP, é necessário administrar uma gama de informações provenientes de áreas diversas do sistema produtivo (*por ex.: engenharia, marketing, compras/suprimentos e recursos humanos*) para que os objetivos estabelecidos sejam realizados a contento (TUBINO, 1997). O maior problema desta falta de planejamento é não considerá-lo como um processo gerencial, que deve estar associado a uma dinâmica e envolver toda a empresa (BIRREL, 1980). Em consequência disso, as empresas construtoras desenvolveram uma prática que as impede de se beneficiarem de experiências passadas, pois os dados e informações referentes a um projeto são geralmente descartados quando o mesmo é encerrado. Esta prática é reforçada pelos sistemas usuais de planejamento que não permitem uma fácil e estável utilização de experiências anteriores em novos projetos (KAWOOYA & AOUAD, 1997).

3.2 OBJETIVOS DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O objetivo básico do planejamento da produção, segundo LAUFER & TUCKER (1987), é auxiliar o gerente a dirigir e controlar. Também estão dentro do escopo dos objetivos do planejamento a construtividade (*constructability*), a eficiência e um plano de contingência. A direção engloba a execução das atividades e a coordenação e comunicação entre as partes envolvidas. De um modo geral, o processo de planejamento permite tomar decisões, alocar recursos, integrar e coordenar esforços, assegurar a comunicação entre as partes e estabelecer um referencial para o controle (LIMMER, 1997). Sendo assim, a função do controle é garantir que as metas sejam alcançadas e os meios para tal realização respeitados, sem excluir a necessidade de avaliar a qualidade dos planos gerados (LIMMER, 1997). Sem esta avaliação, o planejamento perde grande parte do seu valor (OXLEY & POSKITT, 1996).

Portanto, controle pode ser definido como o processo que assegura que o curso da ação será mantido e as metas serão atingidas. Para que o controle seja realmente efetivo é necessário a realização de medições, avaliação de desempenho e ações corretivas quando necessário. SLACK et al. (1996) colocam que o propósito do planejamento e controle da produção é garantir que os produtos serão produzidos eficazmente, e para tal, os recursos produtivos devem estar disponíveis no tempo, local e quantidade certos. O controle deve acontecer continuamente para que os planos possam ser atualizados e ações corretivas tomadas para manter, ou voltar, as atividades dentro do programado (OXLEY & POSKITT, 1996).

O relacionamento entre o planejamento e o controle é mostrado na Figura 3.1. O planejamento produz planos que governam os processos e o controle fornece as informações que retroalimentam o processo (HOWELL & BALLARD, 1996).

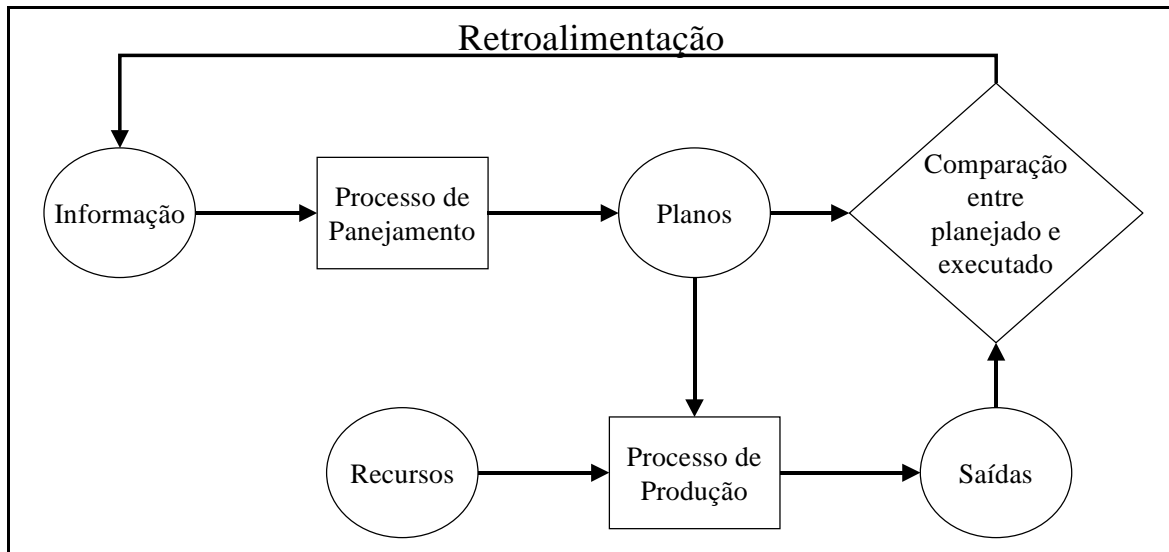


Figura 3.1 - Relacionamento entre o planejamento e o controle (baseado em HOWELL & BALLARD, 1996)

O plano não assegura que uma atividade vá acontecer, ele é apenas uma declaração de intenção sobre o que deverá acontecer, porém muitas variáveis podem contribuir para que um plano se torne não executável. É neste ponto que entra o controle fazendo com que as operações passem por ajustes e atinjam os objetivos traçados nos planos (SLACK et al., 1996). O controle fecha o ciclo lógico de gerenciamento de projetos, já que verifica o que foi executado, identifica desvios e estabelece condições para corrigi-los, além de ser o responsável pela retroalimentação contínua do sistema de PCP (LIMMER, 1997). No tocante ao aspecto financeiro, quanto mais efetivas forem as ações do controle da produção, menores serão os desvios a corrigir, o tempo e as despesas com ações corretivas (TUBINO, 1997).

Para que o processo de planejamento se ajuste bem a situações específicas, mantendo a consistência, é necessário considerar três pontos básicos (HOPP & SPEARMAN, 1996):

- **dividir o sistema apropriadamente** de forma que cada parte se torne mais gerenciável e ainda permita a integração entre elas. Sendo permitido usar diferentes técnicas de planejamento para diferentes grupos de processos, produtos ou horizontes de tempo;
- **encontrar ligações entre as divisões**, mantendo a consistência dos planos entre si quando diferentes ferramentas são usadas no planejamento da produção em qualquer tipo de divisão possível (*por ex.: horizontes de tempo*);
- **controlar e usar o feedback para reforçar a consistência**, mantendo atualizados todos os parâmetros e informações utilizados no planejamento para estar de acordo com o desempenho atual do sistema.

3.3 ELEMENTOS DO PLANEJAMENTO

Basicamente, o processo de planejamento é constituído pela formulação de planos e sua implementação, onde cada uma destas partes acontece em um ambiente distinto, sofrendo influência de fatores inerentes a cada ambiente (FANIRAN et al., 1998). A Figura 3.2 ilustra o relacionamento da formulação e implementação dos planos com seus respectivos ambientes, organizacional e de construção.

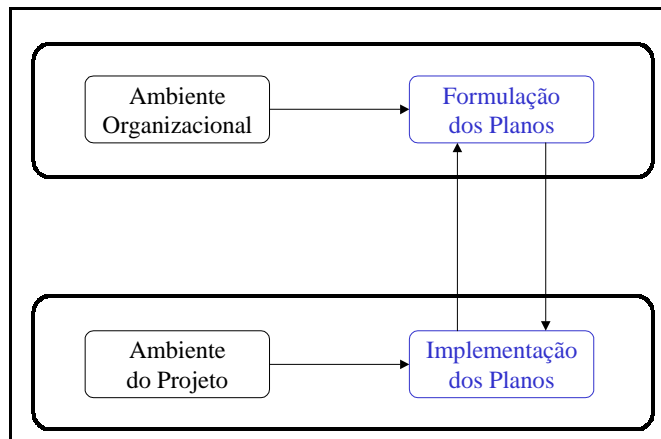


Figura 3.2 -Interação entre o processo de planejamento e o ambiente (baseado em FANIRAN et al., 1998)

A questão do ambiente é levantada por dois motivos principais: o primeiro é que o ambiente influencia na forma de execução do projeto; o segundo, é que o ambiente é o principal agente determinante das incertezas naturais ao projeto (SLACK et al., 1996).

No entanto, para que o processo de planejamento seja necessário e possa acontecer é preciso que alguns elementos sejam identificados, são eles (LAUFER et al., 1994):

- um processo de tomada de decisão, para determinar o *que fazer* e *lou como fazer*;
- um processo de integração das decisões interdependentes em um sistema de decisão;
- um processo hierárquico envolvendo desde diretrizes gerais a objetivos, para elaboração de meios e restrições que conduzem a um curso de ações detalhado;
- um processo que inclui parte ou toda cadeia de atividades, englobando busca e análise de informações, desenvolvimento, projeto, avaliação e escolha de alternativas;
- um emprego sistemático de procedimentos (*padronizado e formal*);
- uma apresentação documentada dos resultados em forma de planos.

3.4 NÍVEIS DO PLANEJAMENTO

O processo de planejamento pode ser realizado em vários estágios de uma obra, contemplando horizontes de tempo distintos. Assim, é necessário esclarecer as formas de ocorrência deste processo, pois problemas em diferentes níveis da organização necessitam de diferentes níveis de detalhe, pressupostos e frequências de planejamento, sendo que o planejamento e as ferramentas de análise devem ser consistentes através de todos os níveis (HOPP & SPEARMAN, 1996). Deve haver uma integração vertical no processo de PCP. A divisão clássica das atividades do PCP é feita em três níveis:

- **longo prazo** – onde são estabelecidas as políticas de longo prazo para a produção, direcionando o desenvolvimento de recursos e o comportamento da empresa (WARSZAWSKI, 1996; TUBINO, 1997);
- **médio prazo** - são estabelecidos os planos de médio prazo através da elaboração do Plano Mestre da Produção (PMP);
- **curto prazo** – é onde a produção é programada, acompanhada e controlada através da administração dos estoques, sequenciando as atividades e emitindo e liberando ordens de compra (TUBINO, 1997). Mais voltado para o controle (SLACK et al., 1996), este planejamento deve ser conduzido com um alto grau de detalhe e também deve ser atualizado periodicamente. Suas principais fontes de informação são as quantidades de serviços a serem executadas e os registros operacionais da própria empresa (OXLEY & POSKITT, 1996)

O tempo, enquanto dimensão, é particularmente importante pelo fato de que as consequências de decisões tomadas podem perdurar de horas até anos ou décadas (HOPP & SPEARMAN, 1996). Este aspecto é o que justifica a adoção dos horizontes de tempo relacionados anteriormente (*longo, médio e curto prazo*).

Do ponto de vista do empreendimento, CORMICAN⁹ (apud LAUFER et al., 1993) divide o processo de planejamento em três partes:

- estudo de viabilidade antes da contratação da execução;
- planejamento antes do início da construção;
- planejamento durante a construção.

As atividades realizadas nestas três fases do planejamento são (FANIRAN et al., 1999; OXLEY & POSKITT, 1996; GIBSON JR et al., 1995):

⁹ CORMICAN, D.; **Construction management: planning and finance**; London, England: Construction Press, 1985;

- **estudo de viabilidade antes da contratação da execução** – realizado para obter uma estimativa de custo do projeto, faz um levantamento dos detalhes gerais do método de construção e estimativas dos recursos que serão usados para fazer a proposta. Também é durante esta fase que as tecnologias existentes e emergentes são avaliadas em relação a viabilidade e compatibilidade com a estratégia da empresa¹⁰, analisando os riscos associados ao projeto;
- **antes do início da construção** – consiste basicamente da preparação de planos temporais, financeiros e de recursos, baseados no método de construção pré-determinado;
- **durante a construção** – verifica o progresso do projeto em intervalos constantes, identifica desvios de programação e toma as medidas corretivas necessárias para que o projeto volte ao andamento normal.

A parte deste processo que interessa para esse trabalho engloba o planejamento antes do início da obra e o planejamento durante a construção propriamente dita. A importância do processo de planejamento, em todas as suas formas, pode ser evidenciada na Figura 3.3, que mostra o comportamento dos custos e o poder de influência ao longo do ciclo de vida do projeto (GIBSON JR et al., 1995). Como pode ser visto, as decisões nas fases iniciais do ciclo de vida do projeto têm um custo baixo e um alto grau de influência, porém, à medida que o projeto vai em direção ao seu término, o poder de influência das decisões vai diminuindo e os custos associados aumentando.

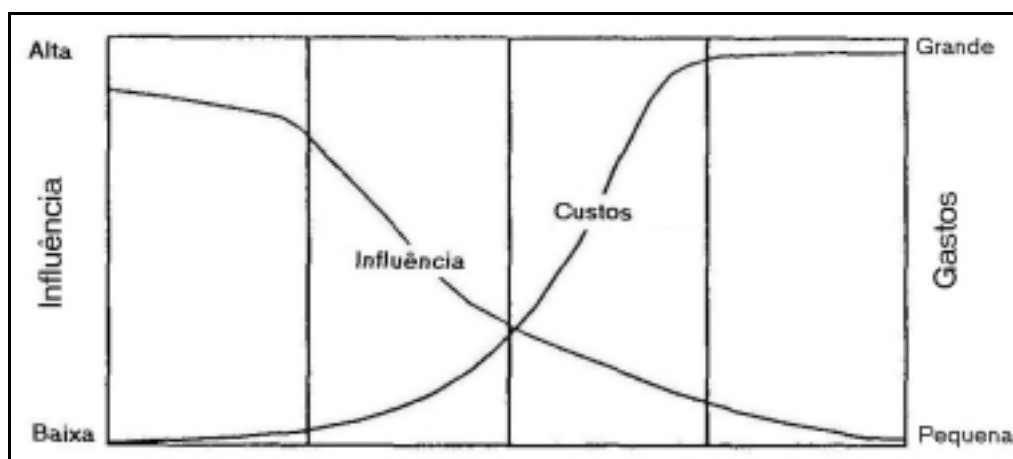


Figura 3.3 -Comportamento da influência e dos custos ao longo do ciclo de vida de um projeto (baseado em GIBSON JR et al., 1995)

¹⁰ segundo GRANT et al. (1991), a adoção de uma tecnologia deve estar de acordo com a estratégia da empresa, tanto que não há mais a melhor tecnologia, mas sim a mais apropriada. Desta forma, durante a escolha de uma tecnologia devem ser considerados os objetivos estratégicos da empresa, a disponibilidade de recursos, próprios e do ambiente externo, e a natureza do produto, sem se deixar levar pelo entusiasmo.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

A forma atual com que o planejamento é abordado nas empresas construtoras é a menos indicada, pois procura apenas uma solução aceitável, não necessariamente a melhor, além de enfatizar pouco o controle após o início da obra e investir um tempo insignificante para o planejamento antes do início da obra (FANIRAN et al., 1997).

Segundo LAUFER & TUCKER (1987), o ciclo do planejamento de obras de edificação engloba cinco fases (Figura 3.4):

- planejamento do processo;
- reunião da informação;
- preparação de planos;
- difusão da informação;
- avaliação do processo de planejamento.

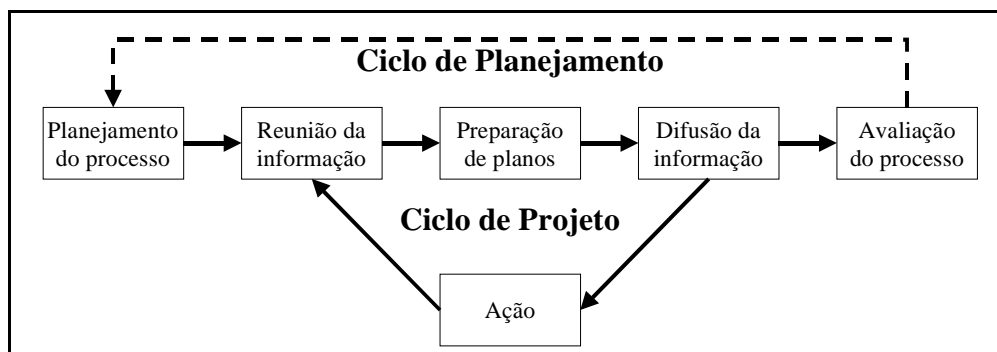


Figura 3.4 -Processo de Planejamento (baseado em LAUFER & TUCKER, 1987)

Segundo os mesmos autores, a primeira e a última etapa do ciclo de planejamento praticamente não acontecem e as outras três são executadas de forma deficiente. Vale ressaltar que um gerente, de qualquer nível da empresa, não consegue gerenciar de forma eficiente sem as informações necessárias para basear suas decisões e que estas informações, juntamente com as funções e responsabilidades estão intimamente ligados (TENAH, 1986). Logo, o controle efetivo do fluxo de informações é um ponto chave durante todo o projeto (SHAHID & FROESE, 1998), além da aquisição de informações ter um papel importante na redução da incerteza (BEN-HAIM & LAUFER, 1998). Outro ponto que também merece destaque é o gerenciamento da documentação relacionada ao projeto (*por ex.: plantas, especificações, planos e programações*) que favorece o controle do fluxo de informações. Esta atividade chega a ser considerada como uma das principais funções do gerenciamento de projetos (HAJJAR & ABOURIZK, 2000).

Os motivos citados por LAUFER & TUCKER (1987) como causa desta forma deficiente de realizar o PCP são:

- a obra é coordenada por um planejamento de curto prazo feito pelo engenheiro residente;
- dificuldade de atualização dos planos por parte das entidades responsáveis pelo planejamento;
- falta de integração vertical do planejamento.

Outra forma de representar o processo de planejamento na construção civil é a criação de um modelo "input/output", mostrando tudo o que alimenta/retroalimenta o processo e os resultados que podem ser esperados (FANIRAN et al., 1997). O modelo está mostrado na Figura 3.5.

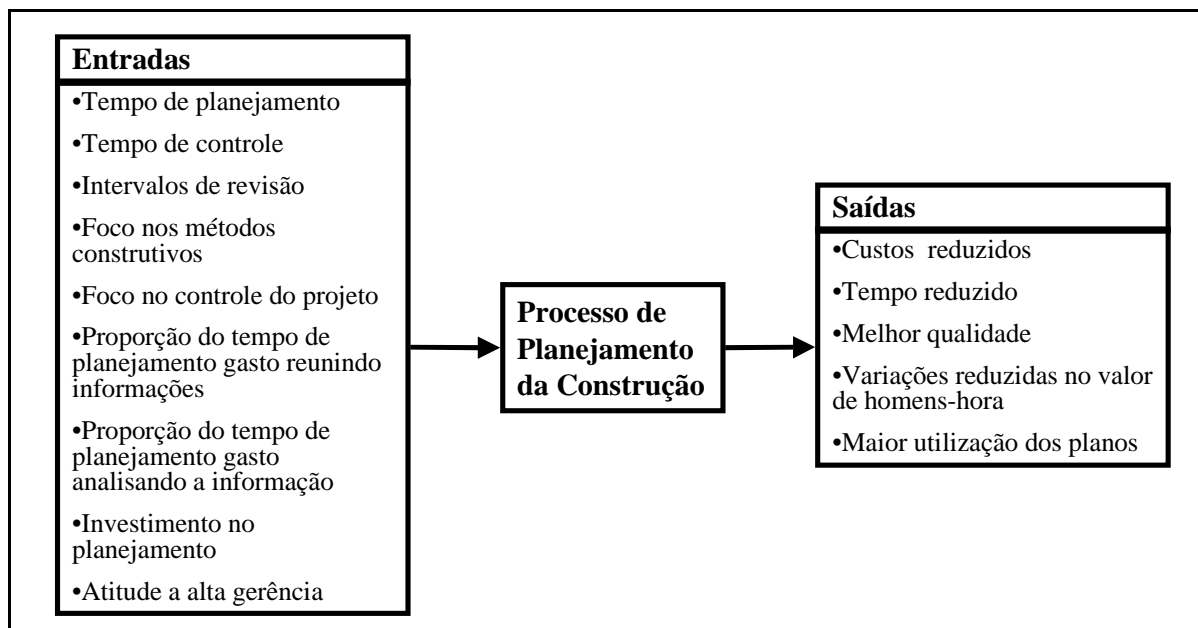


Figura 3.5 - Modelo entrada-saída do processo de planejamento (baseado em FANIRAN et al., 1997)

Apesar de tratar do mesmo processo, estes dois modelos apresentam uma abordagem macro (FANIRAN et al., 1997) e outra micro (LAUFER & TUCKER, 1987) do processo de planejamento, de forma que estes dois modelos se complementam, como mostra a Figura 3.6.

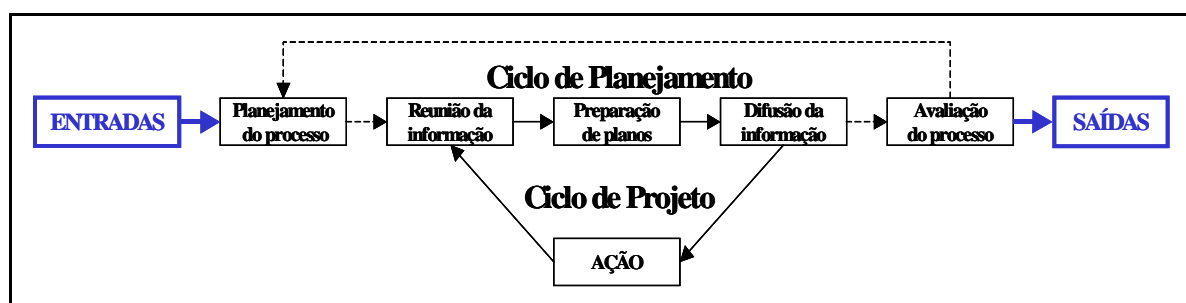


Figura 3.6 - Modelo de planejamento (baseado em LAUFER & TUCKER (1987) e FANIRAN et al. (1997))

Buscando caracterizar a maneira como o processo de planejamento em empresas construtoras era conduzido, COHENCA-ZAL et al. (1994) analisaram o processo de planejamento sob dois aspectos: o grau de envolvimento dos participantes do processo e os tipos e características das reuniões ocorridas durante a obra.

Os principais resultados a que estes autores chegaram foram:

- boa parte do planejamento do empreendimento é feito durante a obra;
- a principal ferramenta de planejamento são reuniões entre as partes envolvidas (*por ex.: proprietários, engenheiros, subempreiteiros e clientes*);
- o ambiente é dotado de grande incerteza.

Dentro do ambiente da construção civil, as reuniões têm se mostrado de fundamental importância, pois além do planejamento e solução de problemas, as reuniões podem ser usadas para: coordenação, coleta de informação e designação de tarefas. Por isto, COHENCA-ZAL et al. (1994) apontam as reuniões como a solução para o problema do planejamento em empresas construtoras. Tal afirmativa vem do fato de que nas reuniões as informações são transmitidas com maior eficácia, pois em muitos casos ela é incompleta (*gerando incerteza*) ou volátil (*podendo ser perdida*), além de se dispersarem entre vários funcionários. A necessidade de retroalimentação também contribui, pois como citado o ambiente da construção civil possui uma grande incerteza associada. A reunião é particularmente útil por ser capaz de reunir todas as partes interessadas, forçando a integração e o comprometimento. LAUFER et al. (1994) colocam que os assuntos tratados nestas reuniões são planejamento (*tomada de decisão antecipada*) e questões correntes, tais como: falta de plantas, solução de conflitos (*técnicos e organizacionais*) e coordenação e controle a curto prazo. Os resultados a que se chegam nestas reuniões podem afetar a execução do projeto, forçando a reformulação de planos (*replanejamento*) e a revisão das estratégias de execução adotadas (PRADO, 1998).

Os principais tipos de reuniões são (LAUFER et al., 1994):

- **com o proprietário**¹¹ – nestas reuniões as metas são estabelecidas, os cronogramas são revistos e revisados e as informações que faltam são identificadas;
- **com subempreiteiros** – decisões orientadas aos processos são tomadas, as atividades de campo são coordenadas, os recursos são regulados e o foco é colocado sobre os métodos de planejamento;
- **com os mestres** – nestas reuniões o foco deve estar sobre a coordenação e o planejamento dos métodos de trabalho na obra, as tarefas são designadas e os recursos coordenados.

¹¹ para os autores LAUFER et al. (1994), a figura do proprietário pode significar um usuário ou um cliente, pode significar também um órgão do governo, *nos casos de obras públicas*, ou até mesmo a própria empresa, representada pela sua diretoria, nos casos de obras próprias.

Vale ressaltar que o replanejamento deve ser o último recurso a ser empregado pelo PCP, dado que mudanças nos planos geram alterações em todo o fluxo produtivo. Logo, todo esforço é válido para não permitir o descrédito dos planos e programações gerados (TUBINO, 1997). Porém, nem sempre o replanejamento significa que houve falhas no projeto ou no gerenciamento, nestes casos, o replanejamento é uma consequência da incerteza (SLACK et al., 1996).

As consequências do replanejamento, ou mais especificamente da reprogramação, são (NEWBOLD, 1998):

- os gerentes e operários têm suas prioridades alteradas, logo, quanto mais frequente pior;
- planos variáveis acarretam mal compreensão e confusão;
- os pontos importantes que devem ser protegidos da variabilidade também mudam;
- os esforços de monitoramento (*o que, onde, como, quando*) também são alterados.

Para LAUFER & TUCKER (1987) as principais falhas do processo de planejamento estão no foco, onde o *sequenciamento é muito mais priorizado que os métodos*¹², papéis, onde *controle é visto como atividade central*, e processo, pois *prioriza-se a tomada de decisão negligenciando as fases de coleta e análise*. Para bem planejar muitas vezes é necessário que todos os envolvidos no processo tenham conhecimento sobre todas as técnicas e as usem em conjunto, também é necessário ter os critérios de aplicação de cada técnica bem claros e compreendidos (LIMMER, 1997). Entretanto, não basta só investir no sequenciamento das atividades, é necessário investir tanto quanto, ou até mais, nos aspectos do próprio processo que são responsáveis pela programação (KOG et al., 1999).

De acordo com KOG et al. (1999), os principais aspectos do processo de planejamento relacionados à programação são:

- percentagem de tempo dedicado ao projeto pelo gerente de projetos, pois quanto maior o tempo dedicado, maior a chance de um bom desempenho na programação;
- frequência de reuniões entre o gerente de projetos e os profissionais envolvidos com o projeto;
- incentivo financeiro para os projetistas, buscando evitar que as atividades no canteiro iniciem sem que os projetos tenham sido finalizados;
- construtividade;

¹² a programação, por envolver as questões de alocação de máquinas, pessoas, ..., deve ser a última e mais restringida decisão a ser tomada (SCHROEDER, 1993).

- experiência do gerente em projetos semelhantes.

Para FANIRAN et al. (1998), a habilidade das construtoras em alcançar os objetivos de projeto pode ser melhorada aplicando estratégias baseadas na compreensão de como o planejamento da construção interage com os ambientes nos quais ele é empreendido. Segundo os mesmos autores, estas estratégias devem incorporar os seguintes aspectos para que a eficácia dos planos seja melhorada:

- investimento substancial de tempo em planejamento antes do início das atividades no canteiro de obras;
- ênfase reduzida no desenvolvimento de programações para monitorar e controlar o progresso do projeto;
- maior ênfase no desenvolvimento de planos operacionais para implementação.

De fato o uso de estratégias que abordem os processos de execução poderia evitar parte dos problemas que ocorrem durante a execução da obra pela mobilização, quando necessário, dos recursos (GUERRINI & SACOMANO, 1998). Com o intuito de estruturar e fortalecer este processo, que como já foi citado é importante, os modelos adotados vêm sendo analisados e outros propostos (BERNARDES, 1996; REICHMANN et al., 1998).

Para encerrar a caracterização deste processo, é necessário esclarecer as funções, suas atribuições e responsabilidades¹³ dentro da empresa (Quadro 3.1), pois a indústria da construção civil necessita intensamente de informações. Estas informações devem ser precisas, confiáveis e oportunas, sobre os mais variados aspectos (*por ex.: legislação, especificações, projetos concluídos e datas*) (SHAHID & FROESE, 1998). Sendo assim, destaca-se a utilização de sistemas de informação¹⁴ na solução dos problemas que surgem durante todas as fases do projeto, desde decisões estratégicas até operacionais, e de sistemas para o gerenciamento de documentos (HAJJAR & ABOURIZK, 2000).

¹³ a questão das responsabilidades merece ser ressaltada, principalmente pelo fato de que os conceitos de risco e responsabilidade são intimamente relacionados e, também, por este tema ser pouco abordado (LOOSEMORE, 1999).

¹⁴ os sistemas de informação são um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, recuperam, processam, armazenam e distribuem informações para facilitar o planejamento, controle, coordenação, análise e tomadas de decisão (LAUDON & LAUDON, 1999).

NÍVEL	ATRIBUIÇÕES	INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS
Presidência	<ul style="list-style-type: none"> • checar as ameaças à indústria da construção; • assistir e aconselhar os diretores; • solicitar e adquirir novos negócios; • selecionar, treinar e designar pessoas para funções chaves dentro da empresa; • gerenciar a empresa baseado nos planos e estratégias. 	<ul style="list-style-type: none"> • informações detalhadas e departamentalizadas do ambiente e da competitividade da empresa • relatórios de progresso, que resumam a condição do projetos, custos corrente e futuros, problemas e ações corretivas tomadas.
Diretoria	<ul style="list-style-type: none"> • definir os objetivos da empresa; • formular as estratégias e os planos; • determinar como, quando e quem tomará as decisões; • organizar a comunicação e guiar os esforços de pesquisa e desenvolvimento; • padronizar procedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • informações do ambiente (<i>social, política e econômica</i>) em que a empresa espera operar; • informações competitivas (<i>desempenhos passados, atividades atuais, crescimento geral e planos futuros dos concorrentes</i>); • informações internas (<i>financeiras, operacionais e qualitativas</i>) da empresa.
Gerência da construção	<ul style="list-style-type: none"> • estabelecer e manter relacionamentos amigáveis com os proprietários, arquitetos, engenheiros, empreiteiros e governo; • implementar todas as funções gerenciais (serviços de engenharia, projeto do produto, planejamento e controle); • receber e analisar todos os relatórios de progresso (custo, programação, ...) dos projetos em andamento; • gerenciar a pesquisa e desenvolvimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • legislação e previsões que afetem a construção de edificações; • relatórios resumidos de custos, programação e financeiro dos projetos sob sua jurisdição; • relatórios de pesquisa e desenvolvimento; • necessidade, disponibilidade e treinamento de mão-de-obra.
Gerência do projeto	<ul style="list-style-type: none"> • gerenciar as operações do dia-a-dia de todos os aspectos de um projeto; • observar de perto o desenvolvimento do projeto para responder inteligentemente aos problemas que acontecerem. 	<ul style="list-style-type: none"> • legislação e previsões que afetem a construção de edificações; • programações resumidas e/ou detalhadas; • lista de itens críticos ou quase críticos; • projeção detalhada das futuras realizações em termos de custo do projeto e metas da programação; • fluxos de caixa resumidos; • necessidade, disponibilidade e treinamento de mão-de-obra.
Gerência funcional	<ul style="list-style-type: none"> • organizar, supervisionar e/ou coordenar pessoas, materiais, equipamentos e serviços do modo mais adequado para garantir que o projeto será executado dentro do tempo, orçamento, segurança e qualidade desejada; • coletar dados para previsão, estimativas, planejamento e programação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informações de desempenho e produtividade das unidades da empresa.

Quadro 3.1 -Funções com suas responsabilidades e informações necessárias (TENAH, 1986)

Devido a essa diversidade de informações, formatos e objetivos, existe a necessidade de usar um sistema de classificação da informação para que o mesmo sistema de informação possa ser usado por todos os envolvidos com o projeto, independente do ambiente em que atuam (*escritório ou canteiro*) (KANG & PAULSON, 1998). Sendo assim, evidencia-se a necessidade de gerenciar melhor as informações. Como prêmio por um melhor gerenciamento das informações, as empresas podem ser beneficiadas da seguinte forma (BACK & MOREAU, 2000):

- redução nos custos do projeto;
- redução nos tempos da programação;
- aumento da qualidade do projeto.

Em relação à divisão de responsabilidades, é conveniente salientar que estas devem ser definidas o mais breve possível para que o projeto não sofra interrupções, variações na demanda de recursos não tenham que ser tratadas individualmente e não haja confusão entre as relações de poder e responsabilidade dentro dos projetos de construção (LOOSEMORE, 1999). Estruturar os processos em termos das funções envolvidas e suas responsabilidades facilita o entendimento das metas e objetivos dos mesmos, além de esclarecer a hierarquia e os relacionamentos entre as funções (PLATT, 1996). Esta forma de estruturação pode ser alcançada com o auxílio de uma técnica de modelagem de processos chamada "*Role Activity Diagrams*", que mostra as funções, as atividades associadas a cada função, as interações entre as funções, os eventos externos que disparam o processo (*por ex.: novos pedidos e aprovação de um projeto*) e a lógica que determina como as atividades serão sequenciadas (OULD¹⁵ apud BAL, 1998).

FANIRAN et al. (1997) afirmam que a forma de conduzir este processo deve ser mudada para uma outra que forneça melhores resultados e propõe que esta forma alternativa de conduzir o processo deve enfatizar o desenvolvimento de capacitações para lidar com diferentes situações.

Um ponto muito importante que não pode ser esquecido, mas que na prática é muitas vezes deixado de lado, é atuação da incerteza e variabilidade. Reconhecer a existência da incerteza como função da dinâmica que envolve o projeto pode melhorar a eficiência do processo de planejamento (MARTINEZ & IOANNOU, 1997). A seguir é apresentada uma breve discussão a respeito das incertezas e variabilidades envolvidas no processo, suas origens, consequências e alternativas para resolver o problema.

¹⁵ OULD, M. A. *Business Process: modelling and analysis for reengineering and improvement*. Chichester: John Wiley, 1995.

3.6 INCERTEZA E VARIABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dentro da literatura, a variabilidade é definida de várias maneiras, mas sempre mantendo a mesma essência. HOPP & SPEARMAN (1996), por exemplo, definem variabilidade como a qualidade de não uniformidade de uma classe de entidades. Já a incerteza é definida como sendo a diferença entre a quantidade de informações necessárias para a realização de uma atividade e quantidade efetivamente disponível (BEN-HAIM & LAUFER, 1998). Produtividade, tempo e fatores econômicos são exemplos de variáveis que contêm incerteza associada (CARR & MALONEY, 1982).

A incerteza pode ser classificada como estruturada ou desestruturada. A estruturada é aquela que permite o ajuste de funções densidade de probabilidade a partir de um grande conjunto de dados. A desestruturada, por sua vez, pode ser uma surpresa, uma ocorrência diferenciada das experiências anteriores, ou seja, sempre imprevisível (BEN-HAIM & LAUFER, 1998).

Como já foi citado, o ambiente da indústria da construção é possuidor de grande incerteza e variabilidade, tornando os processos difíceis de planejar e controlar (TOMMELEIN, 1997), evidenciando a necessidade de quantificar e gerenciar a incerteza (BEN-HAIM & LAUFER, 1998). Esta natureza incerta das atividades faz com que demandas imprevisíveis de recursos sempre existam, associando um risco às decisões dos gerentes (LOOSEMORE, 1999). A variabilidade e a incerteza são decorrentes de alguns motivos como (REICHMANN et al., 1998; HOWELL & BALLARD, 1996; TOMMELEIN, 1997; BEN-HAIM & LAUFER, 1998):

- Produção demorada (*15 a 18 meses*) e de produtos únicos, fazendo com que parte das informações referentes ao produto não sejam conhecidas¹⁶;
- utilização intensiva de mão-de-obra;
- especificação incorreta do trabalho a ser executado não é especificado corretamente;
- mudanças na legislação;
- levantamento de quantitativos impreciso;
- falta de informações em geral;
- falhas gerenciais e de execução.

¹⁶ Como consequência disso, um erro muito comum é fazer previsões além do permitido pelas informações disponíveis (REICHMANN et al., 1998).

Considerando as situações e os seus graus de incertezas, três variáveis são propostas por COHENCA et al. (1989) para avaliar o esforço empregado no planejamento, são elas: tempo de planejamento, tempo de controle e intervalo de revisões. Quando as situações vão para uma configuração de maior complexidade e incerteza, os esforços de planejamento devem ser devidamente ajustados, ao passo que quando a mudança é para uma configuração mais simples e certa, não há necessidade de alterar o esforço já dedicado ao processo de planejamento (COHENCA et al., 1989). Deste modo, as três variáveis propostas auxiliam no ajuste do esforço necessário. Esta variação no esforço de planejamento é feita para dar ao processo toda a flexibilidade necessária para lidar com as consequências decorrentes de mudanças, que por sua vez têm suas raízes no grau de incerteza (SLACK et al., 1996).

As implicações da incerteza sobre o processo de planejamento não permitem que este seja executado de uma única vez antes do início da obra. Sua existência pode atrasar a execução do projeto, além de criar e aumentar o desperdício¹⁷ (CHUA et al., 1999; TOMMELEIN, 1997) e não permite que toda a capacidade disponível seja utilizada (COHENCA-ZAL et al., 1994; TOMMELEIN et al., 1999). Outros pontos negativos associados a níveis elevados de variabilidade são a contribuição para longos tempos de ciclo e a sua propagação, pois variabilidade de saída em algum processo ou estação de trabalho implica em variabilidade nas entradas de um outro processo ou estação de trabalho, conseqüentemente acontece o congestionamento dos fluxos (HOPP & SPEARMAN, 1996). Além disso, três penalidades são impostas devido a existência da variabilidade: atrasos nos fluxos de materiais e de trabalho, baixa utilização dos recursos e baixa produção (KOSKELA, 1999).

Desta forma, a incerteza é posta como o principal problema do processo, sendo considerada por GOLDRATT (1998) a principal causa da maioria dos problemas encontrados durante a execução do empreendimento. BALLARD & HOWELL (1998) afirmam que a certeza a respeito do fluxo de trabalho é a chave da produtividade. Neste sentido CHUA et al. (1999) são bastante enfáticos, afirmando que toda incerteza tem que ser eliminada após sua identificação. Para estes autores, atividades com incertezas associadas devem ser tratadas como produtos defeituosos que não devem ser passados adiante sem a devida correção dos defeitos, ou seja, sem remover as incertezas.

A existência de incertezas pode trazer vários problemas para a programação e o gerenciamento do projeto. No tocante a programação (OXLEY & POSKITT, 1996), os problemas estão relacionados a: datas de entrega de materiais, início de atividades por subempreiteiros e programação de mão-de-obra. Já em relação ao

¹⁷ apesar da incerteza ser um ponto importante no que concerne ao desperdício, não é o único, pois o desperdício pode ser causado por problemas com qualidade, métodos inadequados para seleção de ferramentas e equipamentos, sequenciamento, treinamento e mal compreensão de como os processos se encaixam (TOMMELEIN, 1997).

gerenciamento do projeto, os problemas mais comuns são: custos acima do orçado, atrasos e comprometimento das especificações (GOLDRATT, 1998).

Sendo assim, para avaliar a importância da variabilidade em uma atividade WILLIAMS (1999) propôs duas medidas: criticalidade e crucialidade. A criticalidade é a probabilidade de uma atividade estar no caminho crítico. Em outras palavras, criticalidade é o número de simulações em que esta atividade esteve no caminho crítico, dividido pelo número total de simulações (LU & ABOURIZK, 2000). Já a crucialidade é a correlação entre a duração da atividade e a duração do projeto. Juntas, estas medidas auxiliam na tomada de decisão de onde focalizar a atenção para reduzir os atrasos e os riscos.

Outra questão relevante em relação à programação de obras é a confiabilidade, pois uma programação será tanto mais confiável quanto menos vulnerável for em relação a incerteza (BEN-HAIM & LAUFER, 1998).

Como pode ser visto, altos níveis de variabilidade e incerteza são problemas que devem ser resolvidos. Para solucioná-los, ou apenas amenizá-los, são encontradas as seguintes alternativas (KOSKELA, 1992; HOWELL et al., 1993; LAUFER & TUCKER, 1987):

- padronizar atividades, produtos e componentes;
- controlar estatisticamente os processos;
- obter informações mais completas;
- implantar dispositivos "poka-yoke";
- intensificar o controle sobre o fornecimento e utilização dos recursos;
- reduzir a interação entre os processos, pacotes de trabalho, atividades e operações.

Visando evitar os efeitos danosos da incerteza no curto prazo, BALLARD & HOWELL (1998) propuseram um conjunto de itens a serem verificados antes de uma atividade ser liberada para execução. O que estes autores propõem é que uma atividade só deve ser liberada se:

- há local de trabalho disponível;
- todas as matérias-primas estão disponíveis;
- há pessoal suficiente para executar a atividade.

Em virtude da importância do processo de planejamento e dos problemas encontrados, muitas pesquisas foram desenvolvidas para identificar as falhas existentes e propor soluções. Deste esforço de melhoria têm surgido novas abordagens e ferramentas para melhorar o desempenho do processo em empresas construtoras.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto durante este capítulo, evidenciou-se que o processo de planejamento e controle em empresas construtoras tem problemas, apesar de sua importância. A solução destes problemas envolve tanto mudanças organizacionais, pois é necessário que se perceba que o planejamento é um processo gerencial dinâmico e não um fim; quanto operacionais, dado que é necessário tornar o sistema de controle mais adequado, além de melhorar a coleta e análise de informações para gerir melhor a construção.

De um modo geral, o objetivo principal deste capítulo foi explorar e esclarecer o processo de planejamento em empresas construtoras em suas dimensões, etapas e objetivos para subsidiar, posteriormente, a integração dos conceitos já incorporados pela indústria da construção civil com os advindos da Teoria das Restrições.

4. TÉCNICAS PARA O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

4.1 INTRODUÇÃO

Como foi citado, o processo de planejamento e controle de obras de edificação usual apresenta problemas. Alguns destes problemas ocorrem porque a aplicação de técnicas de planejamento (*por exemplo: PERT/CPM*) é confundida com o próprio processo (LAUFER & TUCKER, 1987). Além disto, as técnicas também têm seus pontos falhos. Para melhor estudar estas técnicas, optou-se por dividi-las em dois grandes grupos: programação e simulação.

Em relação a programação, a indústria da construção civil foi uma das primeiras a adotar suas técnicas (*por exemplo: PERT/CPM*), inclusive destinando recursos para o seu desenvolvimento (ASSUMPÇÃO & FUGAZZA, 1998). Porém, ainda não existe um padrão em algumas especificações para a programação (*por ex.: frequência de atualização, nível de detalhe e medição de desempenho*). Estas especificações são importantes para a retroalimentação e manutenção do gerenciamento como um processo interativo, conservando o equilíbrio entre a quantidade de informação que é fornecida e a periodicidade das atualizações (KRONE, 1997).

Já as técnicas de simulação (*por ex.: CYCLONE e STROBOSCOPE*), apesar de conhecidas há mais de 20 anos, vêm sendo empregadas na indústria da construção civil há pouco tempo (ASSUMPÇÃO & FUGAZZA, 1998). A simulação é considerada um método alternativo de análise que oferece vários benefícios, dado que os processos envolvidos com a construção têm os seus graus de complexidade variando desde o muito simples até o muito complexo (MARTINEZ, 1996).

É importante salientar que, assim como no processo de planejamento deve haver uma integração vertical entre os níveis de planejamento, também é necessário que haja integração entre todas as ferramentas utilizadas, facilitando a comunicação entre as partes.

As próximas seções deste capítulo tratarão destes dois tipos de técnicas, buscando esclarecer seus objetivos e diferenças.

4.2 USO DA PROGRAMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Programar a produção é determinar a seqüência em que as atividades serão executadas, considerando todos os recursos envolvidos. A importância do papel desempenhado pela programação na execução de obras é retratada

em um estudo¹⁸ citado por KRONE (1997). Neste estudo foram comparadas as datas de conclusão de projetos que usaram algum tipo de programação com outros que não foram programados. Os resultados encontrados mostraram que em 27% dos projetos que utilizaram algum tipo programação houve atraso, ao passo que nos projetos onde não foi empregado nenhum tipo de programação a frequência de atraso subiu para 44%.

Entre os tipos de programação, o que interessa para este trabalho é a temporal, que envolve três etapas: definição das atividades, alocação de equipes e definição da duração de cada atividade. Segundo SAWHNEY (1997), estas etapas são fortemente ligadas a três requisitos para a programação de projetos:

- decomposição hierárquica do projeto;
- incorporação de riscos e incertezas nas estimativas de tempo e custo;
- alocação dinâmica de recursos.

No tocante às estimativas de tempo, SAWHNEY (1997) e GOLDRATT (1998) apresentam opiniões antagônicas, pois enquanto o primeiro defende a incorporação da incerteza nas estimativas individuais de cada atividade, o segundo critica de forma enfática esta prática. No próximo capítulo as idéias de GOLDRATT (1998) serão apresentadas mais detalhadamente.

Nas próximas seções é apresentada uma discussão sobre cada uma destas etapas para programação temporal. Após esta discussão, as técnicas de programação são apresentadas e discutidas.

4.2.1 Definição das atividades da programação

Todos os serviços, atividades e operações¹⁹ são encontrados na estrutura de partição do projeto, que nada mais é que a decomposição do objetivo final do projeto em suas partes e subpartes, constituindo uma estrutura hierárquica de elementos (LIMMER, 1997). Quando estes elementos, em especial as atividades, são organizadas logicamente na forma como serão executadas surgem os planos (BEN-HAIM & LAUFER, 1998). Para que um plano seja útil a um processo, deve estar previsto nele a melhor forma de conduzi-lo. Desta forma, as decisões

¹⁸ A Report to Wagner-Hohns-Inglis, Inc, Opinions Research Division, Fleishman Hillard, Inc., September 1993.

¹⁹ os conceitos aceitos neste trabalho são: **operações** – refere-se geralmente a aplicações de recursos (*capital, materiais, tecnologia e recursos humanos*) na produção de bens e serviços (HOPP & SPEARMAN, 1996). É conveniente lembrar que é na operação que materiais e informações são manipulados e convertidos (KOSKELA, 1992); **atividades** – são conjuntos de operações que contribuem para a obtenção de um fim (*ex.: execução de um elemento estrutural ou serviço de apoio*), podendo ser derivadas dos serviços (SCHMITT, 1999; HALPIN & RIGGS, 1992); **serviços** – são todas as partes em que se divide uma obra (*fundações, estrutura, instalações...*), estipulando uma unidade de medida adequada que possa indicar quais os insumos necessários (*mão-de-obra, materiais e equipamentos*) e quanto de cada insumo será necessário para executar uma quantidade unitária (SCHMITT, 1999).

cruciais para o processo de planejamento da construção passam pela definição do que será feito nos locais de trabalho mais apropriados e como as equipes se movimentarão nestes locais (BIRREL, 1980). De fato esta movimentação é importante, chegando a ser considerada a espinha dorsal do planejamento operacional na construção (LAUFER & TUCKER, 1987).

Uma outra forma de definir o que será executado é utilizando os pacotes de trabalho, que especificam uma quantidade de atividades similares que usam as mesmas informações, materiais, equipamentos e espaço bem definidos. Este agrupamento de trabalho ao ser executado permite o estabelecimento de um fluxo contínuo de recursos de uma frente de trabalho para outra, eliminando interrupções desnecessárias (CHOO et al., 1999).

Após a identificação das atividades que compõem o projeto, estima-se as durações de cada atividade para avaliar a necessidade de recursos e então determinar as durações definitivas. Estas estimativas desempenham um papel muito importante dentro do processo de planejamento, mais precisamente na utilização das técnicas de planejamento (*programação e simulação*), pois o aspecto tempo de cada atividade tem influência sobre outros aspectos, tais como: ritmos de produção, finalização das tarefas e utilização de recursos (FENTE et al., 1999) Sendo assim, nos próximos itens serão abordadas as questões referentes às durações de atividades e alocação de recursos.

4.2.2 Estimativa da duração das atividades

A duração inicial de uma atividade qualquer, A_i , pode ser determinada através da Equação 4.1, onde t_i representa a duração da atividade, Q_i , a quantidade de serviço orçada e p_i representa a produtividade de uma equipe (LIMMER, 1997):

$$t_i = \frac{Q_i}{p_i} \quad \text{Equação 4.1}$$

Entretanto, para estas estimativas considera-se que todas as condições necessárias (*por ex.: materiais, equipamentos e trabalhos já realizados*) estarão satisfeitas e também que as condições de trabalho não retardarão o progresso dos trabalhos (OGERSHOK, 1999). Visando fornecer estimativas de tempo mais próximas da realidade, OGERSHOK (1999) cita uma série de ajustes que levam em conta as condições de trabalho nestas estimativas. Entre elas podemos citar:

- aumentar, entre 10% e 15%, estimativa quando houver trabalho a ser executado em temperaturas abaixo de 4,5°C e acima de 35°C²⁰;
- aumentar, entre 15% e 25%, a estimativa para atividades a serem executadas em plataformas, locais congestionados ou muito distantes dos estoques de matérias;
- reduzir a estimativa de tempo em 10% para atividades a serem executadas em áreas grandes e abertas, com bons acessos e bem iluminadas;
- aumentar a estimativa de 5% a 50% quando operários mal qualificados forem alocados;
- reduzir a estimativa de 5% a 25% quando forem utilizados operários bem qualificados e/ou bastante motivados;
- reduzir as estimativas de tempo de 10% a 20% quando houver muitas repetições de uma atividade em um mesmo canteiro (*efeito aprendizado*).

Apesar de todas estas recomendações, os mais comuns e mais caros problemas encontrados nos projetos de construção são os atrasos, que ocorrem pelos mais variados motivos: retrabalho, organização precária, falta de materiais, demora na entrega dos projetos, inspeção de atividades concluídas, diferenças entre as quantidades do projeto e as medidas na obra, condições ambientais e de canteiro, quebra de equipamentos, etc. (ALKASS et al., 1996; OXLEY & POSKITT, 1996; AL-KHALIL & AL-GHAFLY, 1999). Outro problema associado aos atrasos é a quantificação dos seus impactos, que é uma tarefa difícil e praticamente impossível sem um software adequado (OXLEY & POSKITT, 1996). Devido ao alto grau de interdependência entre as atividades, que é uma particularidade da construção, um atraso em uma atividade pode desencadear uma série de atrasos e interrupções em muitas outras subsequentes (LAUFER & TUCKER, 1987),

Segundo ALKASS et al. (1996) estes atrasos são classificados basicamente em dois grupos:

- **aceitáveis** – são os atrasos cuja responsabilidade não pode ser atribuída às ações que foram ou não foram feitas. Envolve basicamente eventos imprevistos;
- **não aceitáveis** – são aqueles que ocorrem em função das ações que foram ou deixaram de ser feitas.

Na análise dos impactos dos atrasos sobre a programação são empregados alguns métodos (ALKASS et al., 1996; BUBSHAIT & CUNNINGHAM, 1998), entre eles estão:

²⁰ vale a pena salientar que esta recomendação foi idealizada em um país que tem condições climáticas específicas, portanto, deve ser utilizada com os devidos ajustes.

- **como planejado** – representa o plano original para completar o trabalho. Nesta metodologia, os atrasos são introduzidos como atividades, cuja duração é justamente o tempo de atraso, gerando uma nova programação. Os efeitos são determinados comparando as duas programações (*com e sem atrasos*);
- **ajustado** – reflete como a programação como planejado tem sido afetada pelas modificações, atrasos, acelerações na programação, entre outros. Nesta programação as datas inicial e final das atividades podem ser diferentes do planejado;
- **como realizado** – representa a programação com o ajuste final, mostrando a sequência atual de atividades e como ocorreram durante o projeto. Consiste basicamente da comparação do que foi planejado com o que foi executado. Nesta metodologia os impactos são quantificados analisando as folgas das atividades na programação original e as restantes após os atrasos.

Após as durações das atividades terem sido estimadas, é necessário verificar a disponibilidade dos recursos necessários (LIMMER, 1997). Devido a sua grande aplicação prática, os problemas relacionados a alocação de recursos vêm sendo estudados (CHAN et al., 1996). Sendo assim, na próxima seção será abordada a questão dos recursos e sua alocação.

4.2.3 Alocação de recursos

Toda atividade consome algum tipo de recurso, em maior ou menor intensidade. A função da alocação é determinar quando e quanto de um determinado recurso será necessário durante a obra (LIMMER, 1997). Durante a alocação de recursos, podem acontecer quatro tipos de análises (KARAA & NASR, 1986):

- **utilização dos recursos** – compara, através de gráficos, a necessidade de recursos com a disponibilidade dos mesmos para avaliar a viabilidade do projeto;
- **nivelamento dos recursos** – enfoca o padrão de utilização dos recursos ao longo do tempo;
- **limitação dos recursos** – trata da alocação de recursos limitados em atividades concorrentes para minimizar ou o tempo ou o custo do projeto;
- **escolha entre tempo e custo** – assume que as durações de algumas atividades podem ser diminuídas se for disponibilizada uma quantidade maior de recursos.

No entanto, a forma tradicional de conduzir a alocação de recursos não considera a incerteza associada à disponibilidade dos mesmos (AHUJA & ARUNACHALAM, 1984). Ainda segundo estes autores, esta incerteza atua diretamente sobre os objetivos da alocação, tornando as questões relativas ao **quando** e **quanto** mais difíceis de resolver.

Nesta seção serão abordados apenas dois tipos de recursos: humanos e espaço físico. Recursos como equipamentos e máquinas não foram abordados porque sua alocação está muito mais ligada a questões estratégicas, que não é objeto de análise deste trabalho. Os materiais, por sua vez, não foram tratados porque foram considerados como tendo um comportamento estável ao longo da obra.

4.2.3.1 Equipes por atividade

Como já foi citando, estima-se a duração da atividades considerando apenas a produtividade de uma equipe, porém no canteiro de obras existem várias equipes para cada atividade, desenvolvendo as tarefas simultaneamente. Desta forma, a duração final das atividades é função da alocação de equipes. Como consequência do emprego de mais de uma equipe de trabalho temos: a redução do tempo total de duração e o aumento da demanda de recursos humanos e financeiros a cada período (SCHMITT, 1999).

A alocação de equipes e reavaliação das durações são limitadas pela disponibilidade de recursos humanos, financeira e de espaço físico. Em geral, o espaço físico é a última condição que é avaliada, pois ela só pode ser restrição quando for possível suprir a obra com materiais e equipamentos.

4.2.3.2 Espaço físico

O espaço físico enquanto recurso tem se tornado uma questão cada vez mais delicada, pois para entregar as obras mais rapidamente as empresas construtoras têm programado mais atividades simultaneamente e aumentado a quantidade de recursos alocados, fazendo com que a demanda por espaço físico crescesse (AKINCI et al., 1998). Esta situação é particularmente complicada porque quando o espaço chega a ser um problema não existem muitas soluções possíveis e normalmente as durações são aumentadas pela exigência de redução do número de equipes.

Portanto, as necessidades de espaço físico devem ser previstas e contabilizadas para reduzir a congestão e a interferência entre as atividades. Quando o espaço físico não é devidamente considerado, podem ocorrer prejuízos na produtividade, segurança e qualidade (RILEY & SANVIDO, 1995), que acabam sendo traduzidos em termos de custos e tempo.

Considerar os conflitos tempo-espaço dentro do processo de planejamento e incorporar os impactos destas análises aumenta a confiabilidade das programações, diminuindo a parcela de tempo improdutivo e tornando as decisões mais proativas em relação ao gerenciamento do espaço físico (AKINCI et al., 1998). AKINCI et al. (1998) apresentam alguns dos desafios encontrados ao procurar tratar as relações tempo-espaço entre as atividades:

- representação das necessidades de espaço das atividades;
- identificação de conflitos tempo-espaço;
- quantificação e prevenção dos impactos dos conflitos tempo-espaço na programação temporal.

Estes desafios mostram que o problema do espaço em canteiros de obras é relevante e que ainda carece de estudos para ser completamente analisado e compreendido, contribuindo para que o processo de planejamento seja melhor desempenhado.

4.2.4 Técnicas de programação

Neste tópico serão abordadas técnicas utilizadas na programação de obras de edificação, buscando esclarecer suas características, vantagens e desvantagens.

4.2.4.1 Diagrama de barras ou gráfico de Gantt

Das técnicas modernas utilizadas é a mais antiga (FIGUEIREDO & FIGUEIREDO, 1999). Nesta representação, as atividades de um projeto são listadas em uma coluna e as durações em barras horizontais que se estendem por colunas adjacentes, de acordo com a unidade de tempo adotada (LIMMER, 1997).

O grande problema desta técnica é não representar claramente as precedências entre as atividades, apesar de ter uma boa comunicação visual e mostrar bem a simultaneidade entre as atividades (LIMMER, 1997; PRADO, 1998; FIGUEIREDO & FIGUEIREDO, 1999; CHEHAYEB & ABOURIZK, 1998). Diante disso, SLACK et al., (1996) sugerem que esta técnica deve ser usada somente em casos com poucas atividades.

4.2.4.2 Diagrama de precedências

Segundo LAUFER et al. (1996), a indústria da construção civil foi uma das primeiras a adotar as técnicas CPM (*Critical Path Method*) e PERT (Program Evaluation Review Technique) para programação. Estas técnicas adotam o mesmo modelo, se diferenciando somente pelo fato do PERT ser probabilístico e o CPM ser determinístico na consideração das durações (LIMMER, 1997). Este modelo está centrado na coordenação de atividades sequenciais e paralelas e no controle de desempenho (LAUFER et al., 1996).

As principais características do modelo são (CUKIERMAN, 1993; CHUA et al., 1999):

- aborda o projeto de forma sistêmica;
- enfatiza os objetivos;
- gerencia e conduz os processos e subprocessos independentemente;

- subordina as atividades às restrições (*como por exemplo: as relações de precedência e a disponibilidade de recursos*).

Devido ao fato do CPM ser a técnica mais usada no mundo (FIGUEIREDO & FIGUEIREDO, 1999), ele se tornou a base desejável para qualquer nova abordagem para programação. Neste contexto, a simulação torna esta técnica a base teórica apropriada para melhorias na programação (SENIOR & HALPIN, 1998)

Neste tipo de diagrama uma atividade é considerada crítica quando atrasos na duração dela atrasam a duração do restante do projeto, isto ocorre porque as folgas entre estas atividades, quando não são nulas, são as menores entre todas. Todo projeto possui uma cadeia de atividades críticas, que vai do início até o fim do projeto, chamada **caminho crítico** (HARRIS & IOANNOU, 1998b; HARMELINK & ROWINGS, 1998). Do ponto de vista conceitual, o caminho crítico permite visualizar os itens de maior importância para a conclusão do projeto²¹ dentro das condições estabelecidas (PRADO, 1998).

Algumas vantagens apresentadas pelas redes PERT/CPM são (HEINECK²², apud BERNARDES, 1996; MAZIERO²³ apud BERNARDES, 1996; OXLEY & POSKITT, 1996; SLACK et al., 1996):

- mostra claramente as inter-relações entre as atividades;
- força os responsáveis pelo planejamento a compreenderem o projeto;
- melhora a concentração no processo de planejamento, pois planejamento, análise e programação são tratados separadamente;
- ajuda a determinar a lógica de construção do empreendimento;
- permite visualizar os serviços que se desviaram da programação inicial e suas influências nas demais atividades;
- auxilia no estabelecimento dos recursos necessários à execução dos serviços;
- permite avaliar o risco associado a cada caminho.

²¹ PRADO (1998) afirma que para estas atividades devem ser alocados os melhores recursos humanos e materiais. Esta visão que prioriza o caminho crítico, reforça a abordagem de GOLDRATT (1998) para o gerenciamento de projetos segundo a Teoria das Restrições.

²² HEINECK, L. **Modelos para o planejamento de obras**. In: Encontro de pesquisa operacional do Rio Grande do sul, 1984, Santa Maria – RS. Anais... Santa Maria: Imprensa Universitária, 1984. p. 239-252.

²³ MAZIERO, L. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento de obras repetitivas: um levantamento das decisões fundamentais para sua aplicação**. 1990. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1990, Florianópolis.

As desvantagens desta técnica, por outro lado, são citados em muitos trabalhos. Entre elas destacam-se (BIRREL, 1980; SENIOR & HALPIN, 1998; COTTRELL, 1999; MAZIERO apud BERNARDES, 1996; LAUFER & TUCKER, 1987; SAWHEY et al., 1998; MENDES Jr. & HEINECK, 1998; HARRIS & IOANNOU, 1998b; TOMMELEIN et al., 1999; TOMMELEIN, 1997; AKINCI et al., 1998; SUHAIL & NEALE, 1994; CHUA et al., 1999):

- difícil compreensão e visualização por parte do pessoal técnico da obra;
- retroalimentação trabalhosa;
- necessita de especialistas para a geração e atualização dos planos;
- dificuldade de aplicação devido a variabilidade nas durações e imprecisões nas estimativas das atividades e recursos;
- é difícil para os projetistas e planejadores estimarem as durações pessimista, otimista e mais provável de cada atividade;
- no caso do PERT, considera apenas o caminho crítico no cálculo das durações prováveis do projeto;
- nas aplicações na construção são necessárias muitas estimativas de tempo, o que pode consumir bastante tempo;
- em relação às atividades que se repetem durante a execução do empreendimento, cada repetição é representada como uma atividade única, resultando em redes muito extensas;
- foi desenvolvido para projetos onde a restrição é o tempo, não a utilização dos recursos e o controle dos custos;
- não garante a continuidade de trabalho das equipes, o que é a parte mais importante do planejamento operacional na construção;
- não representa as relações tempo-espaço que existem entre as atividades;
- é mais apropriado p/ operações seqüências , caracterizando um trabalho de criação (*por ex.: desenvolvimento de um produto novo*);
- a incerteza e a natureza dinâmica dos processos é negligenciada;
- a alocação de recursos para realização das atividades do projeto não se ajusta às necessidades da indústria da construção;
- não representa explicitamente a confiabilidade dos fluxos;

- perdem oportunidades de guiar os trabalhos no canteiro pelo fato de não mostrar os recursos e suas alocações;
- não representa as atividades de preparação para a execução de uma atividade, acarretando desperdícios de tempo, aumento nos custos e interrupções no fluxo de trabalho.

Estas técnicas têm sua eficiência prejudicada por não se adequarem a três características dos projetos da indústria da construção civil, e talvez por isso tenham tantas deficiências (SAWHNEY, 1997):

- muitos especialistas diferentes se envolvem no projeto, de forma que a tomada de decisão e o fluxo de informação se tornam mais complicados. Conseqüentemente, o processo de planejamento e a programação se tornam mais difíceis;
- o ambiente em que os projetos são executados é dinâmico, caracterizado por muitas variações, por exemplo, nas condições do canteiro, clima e produtividade;
- os recursos que controlam o progresso são alocados dinamicamente.

4.2.4.2.1 Construção dos diagramas

A preparação dos diagramas de precedências começa com a listagem das atividades²⁴ a serem executadas. Em seguida, para cada atividade listada, são estabelecidas as precedências, isto é, são definidas as dependências entre atividades. A duração de cada atividade é estabelecida em função dos recursos que podem ser alocados para a sua execução e são calculadas as datas de início e fim, bem como as datas inicial e final do projeto (LIMMER, 1997; OXLEY & POSKITT, 1996).

Neste tipo de diagrama as atividades são representadas por blocos e as setas indicam as relações de precedência entre as atividades (PRADO, 1998), como mostra a Figura 4.1.

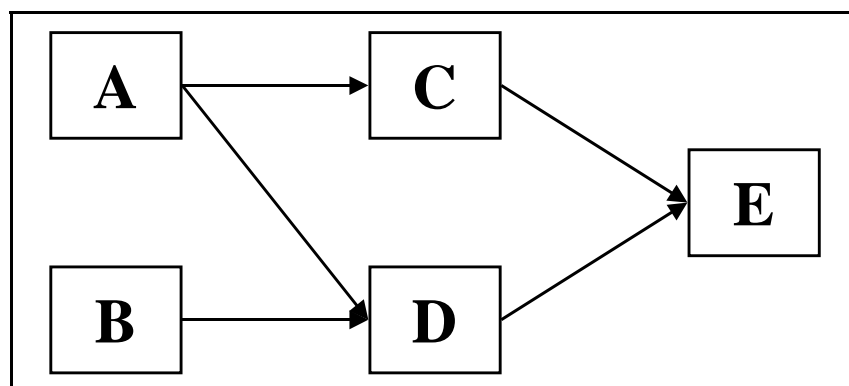


Figura 4.1 -diagrama de precedência (baseado em PRADO, 1998)

²⁴ neste contexto uma atividade pode ser tanto um processo quanto uma operação (OXLEY & POSKITT, 1996).

Como pode ser visto, os diagramas de precedências, apesar de usados há bastante tempo, apresentam muitas deficiências quando aplicados na indústria da construção civil, logo existe a necessidade de uma técnica que se adeque melhor ao setor, como é o caso da próxima técnica de programação a ser discutida.

4.2.4.3 Linha de Balanço

Ainda pouco usada no PCP de obras de edificação, esta técnica é empregada na programação de atividades repetitivas ao longo de vários postos de trabalho no canteiro. Esta repetitividade pode ocorrer de muitas formas, como por exemplo: muitos prédios, vários pavimentos, conjuntos residenciais de casas ou edifícios (SCHMITT, 1999; MENDES JR. & HEINECK, 1998). Em geral, atividades repetitivas são encontradas a partir da decomposição de atividades gerais em atividades específicas, por exemplo: a atividade pintura pode ser dividida em pintura do primeiro pavimento, segundo pavimento, e assim por diante (HARRIS & IOANNOU, 1998a).

A baixa adoção da linha de balanço como técnica de PCP é justificada da seguinte forma:

- não há um consenso na nomenclatura, pois esta técnica pode ser encontrada na literatura técnica com mais de dez nomes diferentes (HARRIS & IOANNOU, 1998b);
- não fornecia um conjunto de atividades nas quais deve ser concentrada maior atenção, um equivalente ao caminho crítico (HARMELINK & ROWINGS, 1998).

Originariamente, esta técnica foi desenvolvida a partir da necessidade de uma técnica de programação que facilitasse o fluxo contínuo dos recursos de uma unidade para outra, evitando possíveis reduções na eficiência dos processos e aumentos desnecessários nos custos e durações do projeto, causadas por discontinuidades (BIRREL, 1980; HARRIS & IOANNOU, 1998b). Esta necessidade se tornou evidente quando se percebeu que o modelo PERT/CPM não se adequava perfeitamente aos projetos da indústria da construção civil, isso porque este modelo tinha sido desenvolvido para projetos com restrição de tempo, não de recursos, como é o caso da maior parte dos projetos na construção civil (LAUFER & TUCKER, 1987). Uma outra vantagem decorrente da contínua utilização dos recursos é a maximização do efeito aprendido, que traz economias de tempo e custos (THABET & BELIVEAU, 1994).

4.2.4.3.1 *Conceituação e objetivos*

Como a linha de balanço foi desenvolvida para produção repetitiva, alguns conceitos básicos passam a ter uma importância fundamental nas aplicações desta técnica. Estes conceitos são (SCHMITT, 1999):

- **unidade base** – unidade de referência para a programação, por exemplo: um pavimento ou uma casa;
- **equipe especializada** – grupo de operários que realiza uma determinada atividade ao longo das unidades base;
- **ritmo da linha de balanço** – número de dias que cada equipe especializada passa em uma unidade base.

Sendo assim, pode-se dizer que os objetivos da linha de balanço são (MADERS, 1987):

- encontrar o ritmo adequado para entrega das unidades base;
- manter o ritmo constante de trabalho repetitivo;
- manter o fluxo de recursos contínuo ao longo das unidades;
- tirar proveito do trabalho repetitivo.

A programação feita por este método é representada por um gráfico XY, onde um eixo representa as unidades e o outro o tempo. Cada atividade é representada por uma reta, que mostra a taxa de produção da atividade sendo executada (Figura 4.2). A escolha dos eixos é feita da forma mais conveniente para comunicar claramente as informações da programação, sendo necessário organizar as unidades de forma lógica para evidenciar o padrão de repetição (HARRIS & IOANNOU, 1998b).

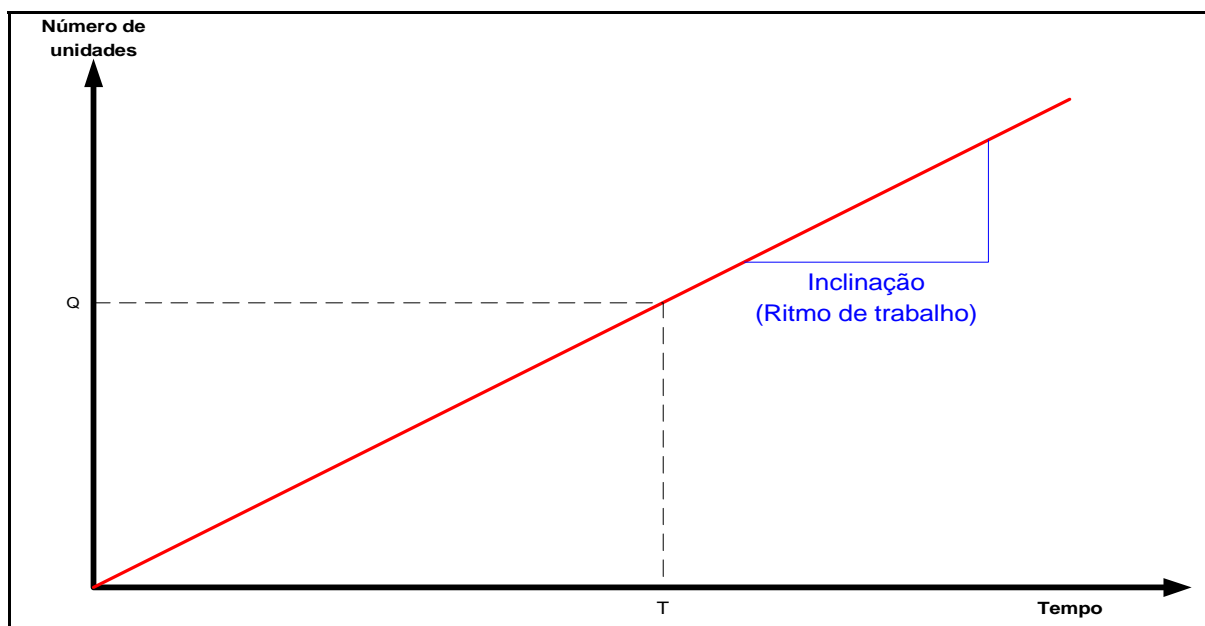


Figura 4.2 -Representação gráfica da linha de balanço para uma atividade.

4.2.4.3.2 Construção dos diagramas

A construção de diagramas considera três parâmetros distintos para cada atividade: continuidade, duração e direção da execução da atividade (*de baixo para cima ou de cima para baixo*) (THABET & BELIVEAU, 1994). Estes três parâmetros em conjunto são responsáveis pela construção dos diagramas e respeito a todas as restrições possíveis. Vale lembrar que as restrições são encontradas durante o estabelecimento das precedências entre as atividades, sendo assim, nas próximas seções será discutida a criação dos diagramas da linha de balanço a partir de algumas relações de precedência entre as atividades.

Término-Início com convergência

Para analisar esta particularidade, será considerado o par de atividades (A e B) a serem executadas de forma repetitiva em três unidades, como mostra o diagrama de barras da Figura 4.3. Considerando apenas a relação de precedência entre as atividades, o gráfico equivalente da linha de balanço tem a configuração apresentada na Figura 4.4, onde identifica-se uma folga de um dia entre as atividades B de unidade para unidade. Estas folgas representam uma descontinuidade na utilização dos recursos, que em termos práticos, significa que uma equipe vai ficar esperando um dia para voltar a executar suas funções novamente.

Sendo um dos principais objetivos desta técnica a contínua utilização dos recursos, uma alternativa possível seria adiar o início da atividade B nas unidades 1 e 2 para satisfazer esta condição (Figura 4.5).

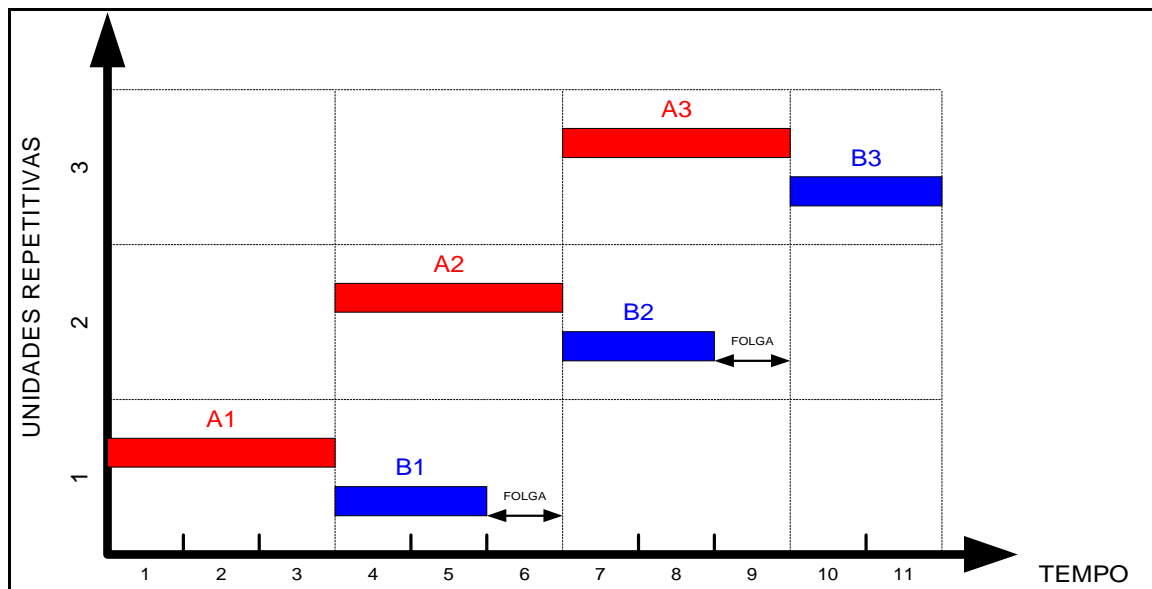


Figura 4.3 -Diagrama de barras para um par de atividades com precedência Término-Início (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b)

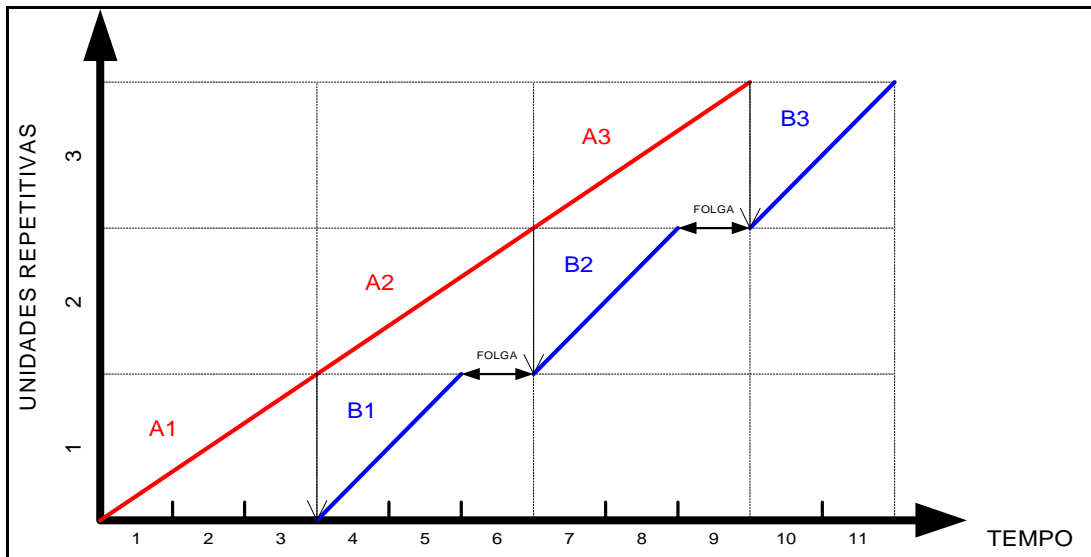


Figura 4.4 -Linha de balanço para duas atividades com precedência término-início (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b).

Observando a atividade B ao longo das unidades na Figura 4.5, percebe-se que só na última unidade não há folga, logo, os pontos de início e fim deste trecho são sempre fixos para um mesmo ritmo. Como estes pontos desempenham um papel muito importante no traçado das linhas de cada atividade, serão chamados de **pontos de controle**. Este nome se deve ao fato de que são estes pontos que controlam o traçado das linhas que garantem a continuidade na utilização dos recursos (HARRIS & IOANNOU, 1998a; HARRIS & IOANNOU, 1998b).

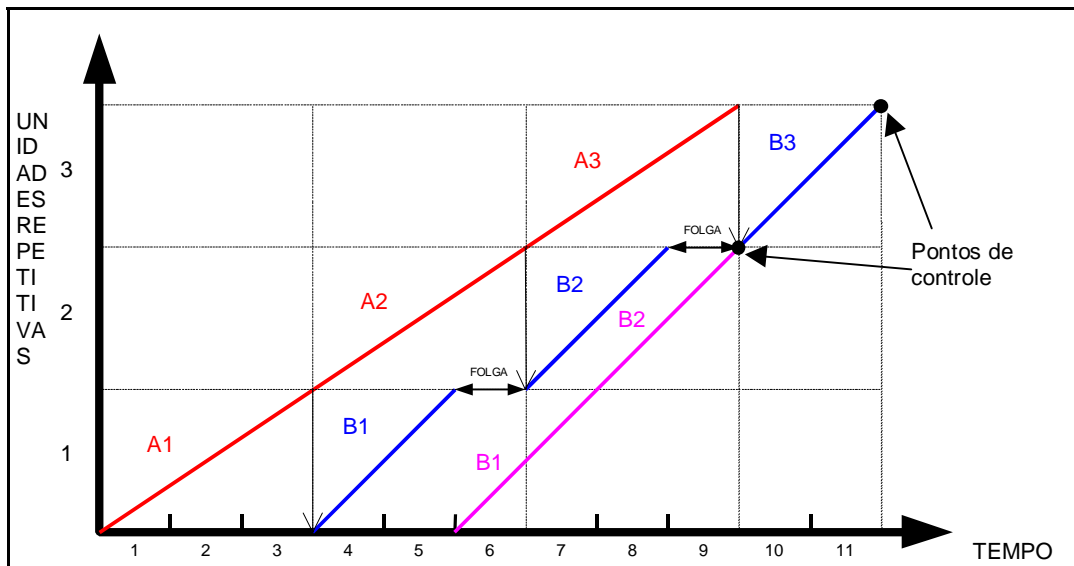


Figura 4.5 -Ajuste da linha de balanço para manutenção da continuidade dos recursos (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b).

Término-Início com divergência

Considerando as mesmas atividades da configuração anterior, mas invertendo as durações de cada uma, o gráfico de GANTT será representado como na Figura 4.6. Considerando apenas as relações de precedência entre as atividades na construção das linhas de balanço, o gráfico sofre uma modificação importante: as linhas que antes convergiam, passam a divergir, como mostra a Figura 4.7.

Entretanto, ainda se percebe a ocorrência de folgas, só que ao invés de serem em relação ao início das atividades B (caso anterior), são em relação ao término das atividades A. Percebe-se também que a continuidade na utilização dos recursos é mantida para as duas atividades sem a necessidade de ajustes.

Analisando as atividades e suas folgas, observamos que só a atividade A, nos trechos 2 e 3, possui folga, logo, os pontos de início e fim desta atividade são fixos para um mesmo ritmo. Neste caso o ponto de controle que norteará o traçado da linha referente à atividade B deve ser colocado no início desta atividade dentro da primeira unidade a ser executada.

Analisando estes dois exemplos, nota-se que a construção dos diagramas decorrentes da aplicação da linha de balanço possui dois princípios básicos (HARRIS & IOANNOU, 1998a; HARRIS & IOANNOU, 1998b):

- quando o ritmo de produção de uma atividade é maior que a da sua precedente, suas linhas tendem a convergir – nestes casos, para assegurar a contínua utilização dos recursos, o controle da dependência entre as atividades é locado no início da última unidade;
- quando o ritmo de produção de uma atividade é menor que a da sua precedente, suas linhas tendem a divergir – nestes casos, a dependência é controlada no início da primeira unidade.

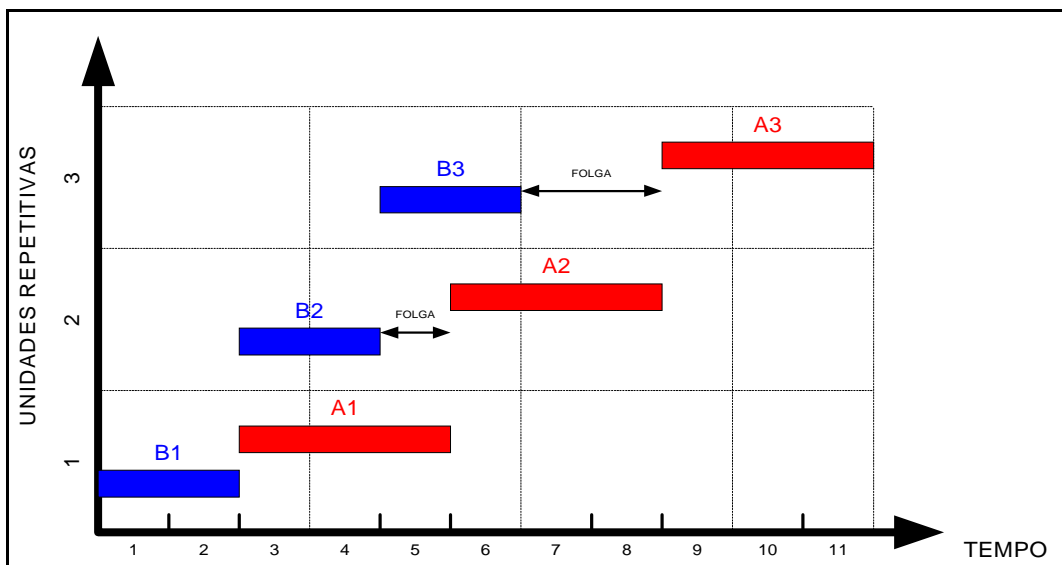


Figura 4.6-Diagrama de barras para atividades com ritmos divergentes (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b)

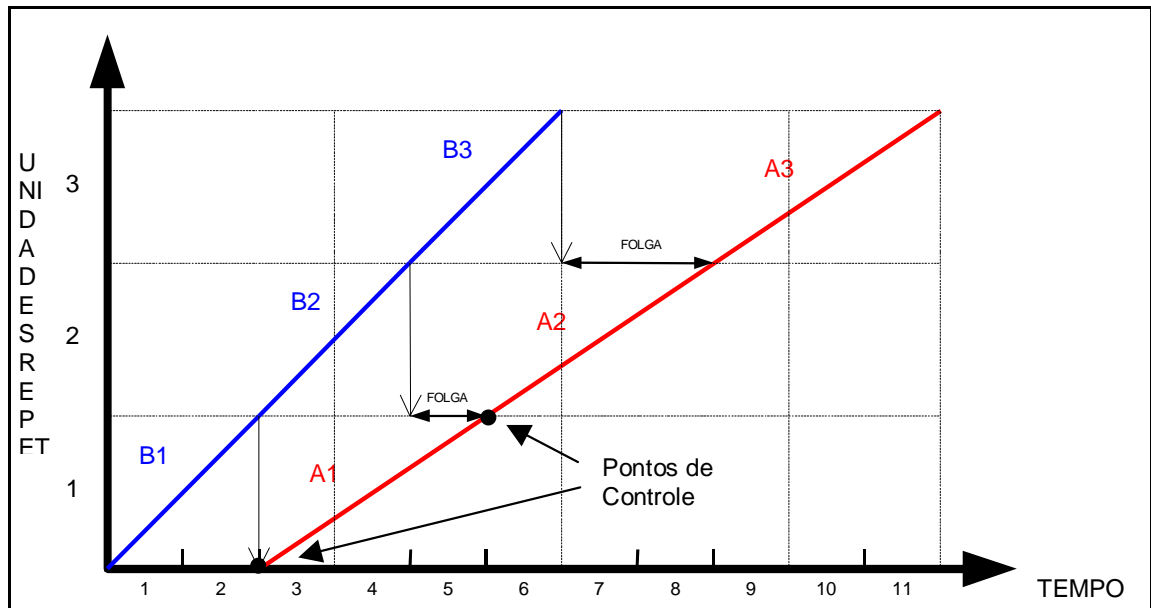


Figura 4.7 -Linha de balanço para atividades com linha divergentes (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b).

Entretanto, muitas vezes é necessário alterar os ritmos das atividades para resolver os problemas de programação, quer seja por limitações de prazo, quer seja para corrigir diferenças entre unidades.

Esta discussão a respeito da construção de diagramas, incluindo os pontos de controle, permite o desenvolvimento de um mecanismo de controle para a linha de balanço equivalente ao caminho crítico das redes de precedência.

4.2.4.3.3 Controle com a linha de balanço

Assim como nas redes PERT/CPM, a linha de balanço possui um mecanismo para identificar uma seqüência crítica de atividades dentro do projeto, um componente similar ao caminho crítico das redes de precedência. Define-se, então, a **seqüência de controle** como sendo a seqüência de atividades que define a maior duração do projeto. Esta seqüência mantém todas as precedências, disponibilidade de recursos e as condições para sua continuidade (HARRIS & IOANNOU, 1998a; HARRIS & IOANNOU, 1998b; HARMELINK & ROWINGS, 1998).

O traçado da seqüência de controle é feito partindo do término da última atividade do projeto para o início da primeira, mudando de linha a cada ponto de controle que é encontrado. A Figura 4.8 apresenta o traçado da seqüência de controle para relações de precedência do tipo término-início com convergência e a Figura 4.9, apresenta o traçado da seqüência de controle para relações de precedência do tipo término-início com divergência. Além de controlar o traçado das linhas de produção para cada atividade, os pontos de controle determinam onde devem ocorrer controles mais rígidos²⁵.

²⁵ uma discussão mais aprofundada a respeito do controle de atividades com a linha de balanço é fornecida por THABET & BELIVEAU (1994).

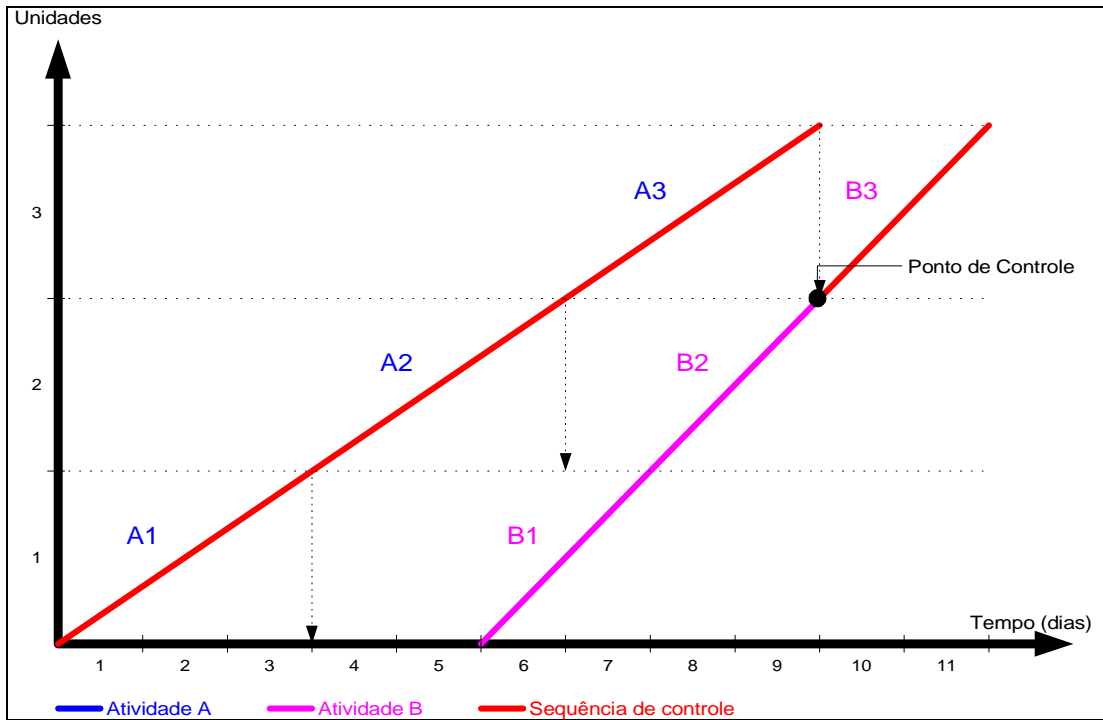


Figura 4.8 – Sequência de controle para precedências do tipo término-início com convergência (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b)

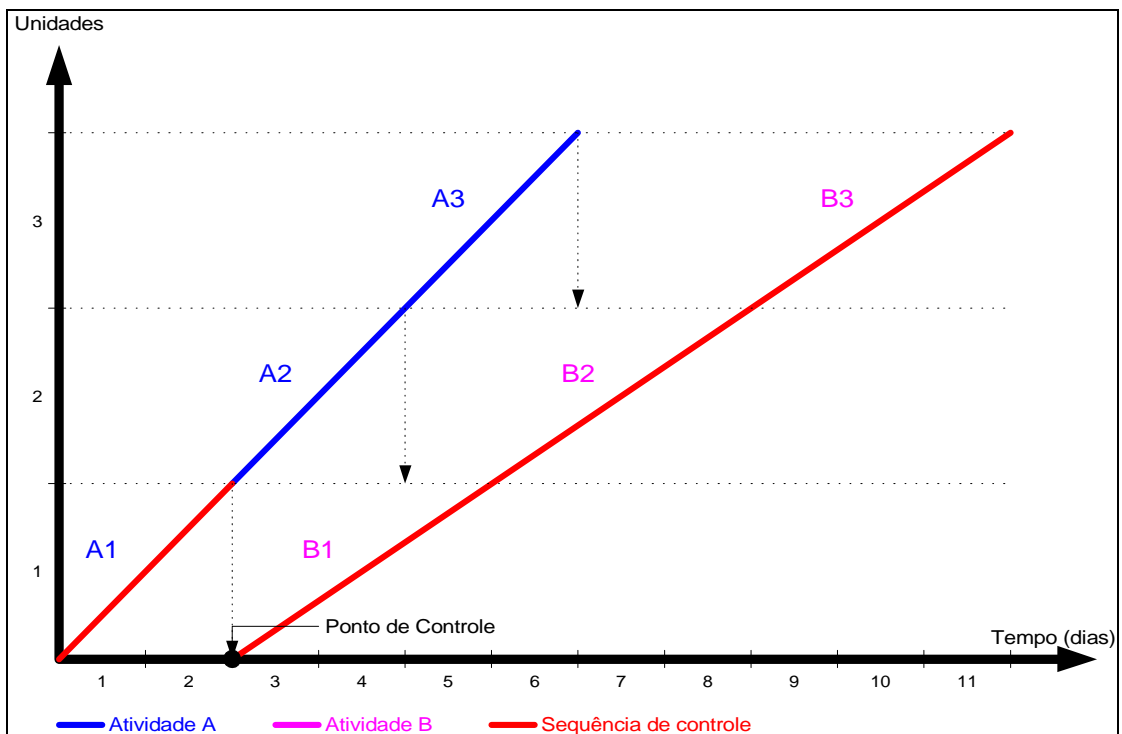


Figura 4.9 - Sequência de controle para precedências do tipo término-início com divergência (baseado em HARRIS & IOANNOU, 1998b)

Uma observação importante é que as atividades contidas no caminho crítico da rede de precedências da unidade de programação podem ser diferentes das contidas na sequência de controle da linha de balanço. Isso acontece porque cada técnica considera critérios distintos (HARRIS & IOANNOU, 1998b).

4.2.4.3.4 *Vantagens e desvantagens da linha de balanço*

Quando aplicada em um projeto que tem atividades repetitivas, a linha de balanço apresenta as seguintes vantagens (MENDES JR. & HEINECK, 1998; HARRIS & IOANNOU, 1998b; OXLEY & POSKITT, 1996; SUHAIL & NEALE, 1994):

- organização das atividades com relativa facilidade;
- elaboração e aplicação simples;
- interpretação visual (gráfica) rápida e simples;
- utilização contínua dos recursos;
- visualização clara das dependências entre atividades, o que é bastante útil para a adoção de ações corretivas;
- visualização do andamento do projeto, pois apresenta uma comparação do que foi planejado com o que foi executado.

Apesar destas vantagens, a linha de balanço tem algumas desvantagens, entre as quais podemos citar:

- inabilidade de modelar as atividades dentro das unidades base. Esta deficiência gera a necessidade de usar uma outra técnica de programação (*por ex.: PERT/CPM*) em uma abordagem híbrida, como mostram vários trabalhos encontrados na literatura (HARRIS & IOANNOU, 1998a; HARRIS & IOANNOU, 1998b; LIMMER, 1997);
- adiamento do início atividades para manter a continuidade na utilização dos recursos e respeitar todas as restrições existentes (THABET & BELIVEAU, 1994).

4.3 USO DA SIMULAÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Simulação é uma técnica dinâmica, barata, rápida e flexível, que fornece um modelo²⁶ representativo do comportamento dos processos ao longo do tempo (ABRAHAM & HALPIN, 1998; MARTINEZ, 1996), incorporando a natureza estocástica das atividades, a utilização dos recursos e a programação da produção (CHEHAYEB & ABOURIZK, 1988). Conceitualmente, a simulação fornece a estrutura analítica e esquemática necessária para o estudo dos processos e desenvolvimento e avaliação de uma teoria para a construção (HALPIN, 1993; IBBS, 1985).

²⁶ um modelo é uma representação de uma situação real que, em geral, fornece uma estrutura para investigar e analisar esta situação (HALPIN & RIGGS, 1992).

De um modo geral, os modelos de simulação são usados para descrever o fluxo de informações e a tomada de decisão, podendo ser usada por uma empresa em três níveis distintos (IBBS, 1985):

- **processo** - descrevendo detalhadamente o projeto;
- **projeto** - auxiliando na tomada de decisões;
- **empresa** – ajudando no treinamento de pessoal e fazendo previsões.

A utilização de simulação na construção civil, apesar de ser bastante útil para a análise de suas operações²⁷ (WAKEFIELD & SEARS, 1997; GONZALEZ-QUEVEDO et al., 1993), não é prática universal, permanecendo basicamente no meio acadêmico (McCAHILL & BERNOLD, 1993; HALPIN & MARTINEZ, 1998), fato que não acontece em muitas outras indústrias, onde a simulação é amplamente usada como ferramenta prática de planejamento e análise (FENTE et al., 2000), chegando até a ser a base do processo de planejamento em alguns casos (JOHTELA et al., 1997). O que os profissionais da área alegam é a falta de confiança nos resultados de técnicas que ainda não são de uso corrente, além do aprendizado envolvido e da dificuldade de utilização. Também, percebe-se uma escassez de ferramentas específicas para simulação na indústria da construção civil (GONZALEZ-QUEVEDO et al., 1993; ABOURIZK & HAJJAR, 1998; SHI, 1999). Outra limitação encontrada é o fato de que muitos construtores têm a expectativa de conhecer qual o tempo total que uma atividade pode ter seu início retardado como parte das informações da programação da obra, mas esta informação não é fornecida pelas técnicas de simulação, que enfatizam mais a análise dos recursos e processos da construção do que o planejamento dos recursos e atividades do projeto como um todo (SENIOR & HALPIN, 1998).

Vários são os esforços de estabelecer metodologias para simulação na indústria da construção civil como um todo: CYCLONE e MicroCYCLONE (HALPIN, 1977; ABOURIZK & HAJJAR, 1998; SAWHNEY et al., 1998), SLAM II (GONZALEZ-QUEVEDO et al., 1993), redes de PETRI (WAKEFIELD & SEARS, 1997, SAWHNEY, 1997) e PICASSO (SENIOR & HALPIN, 1998). A simulação na construção teve seu desenvolvimento disparado pela necessidade de projetar e analisar processos construtivos (SAWHNEY et al., 1998).

Esta baixa adoção da simulação na construção é justificada em parte pela própria complexidade dos processos e em parte pela dificuldade de gerar os modelos. Outro ponto negativo é a necessidade de desenvolver redes de precedências e de simulação separadamente para atender objetivos diferentes²⁸ (ABOURIZK & HAJJAR, 1998,

²⁷ HALPIN & MARTINEZ (1998) fornecem vários casos reais e bem sucedidos de aplicação da simulação em processos e operações da indústria da construção civil.

²⁸ em geral as redes de precedências são desenvolvidas apenas por razões contratuais, ao passo que a simulação é empregada para analisar um processo produtivo específico (SENIOR & HALPIN, 1998).

SENIOR & HALPIN, 1998), como já foi citado anteriormente. Uma vez que as redes são mais utilizadas que as técnicas de simulação, acaba inviabilizando o uso da simulação como técnica de planejamento. Desta forma, a falta de ambientes que integrem as redes e alguma técnica de simulação contribui para que esta situação não seja alterada.

Apesar desta posição desfavorável frente às técnicas de programação, a simulação pode ser usada para alcançar vários objetivos, dentre os quais podemos citar (GONZALEZ-QUEVEDO et al., 1993; SAWHNEY et al., 1998; CANO & SÁENZ, 1999; ABRAHAM & HALPIN, 1998; IBBS, 1985; IOANNOU & MARTINEZ, 1996; SLAUGHTER, 1999; SAWHNEY & ABOURIZK, 1995; LUTZ et al., 1994; BACK & MOREAU, 2000; HALPIN & MARTINEZ, 1998):

- no planejamento
 - * estimar níveis de produtividade em processos que não têm dados suficientes;
 - * otimizar a produtividade em processos e operações;
 - * avaliar os impactos da incorporação de inovações em projetos e tecnologias;
 - * avaliar quantitativamente o impacto de estratégias para o gerenciamento de informações;
 - * selecionar o melhor método construtivo pela comparação de desempenhos entre as alternativas disponíveis²⁹;
 - * melhorar o sequenciamento de processos repetitivos;
 - * analisar o risco associado;
 - * planejar o canteiro;
 - * pré-planejar o projeto;
 - * planejar a utilização dos equipamentos de forma mais eficiente;
 - * avaliar o impacto do aprendizado em processos repetitivos³⁰;

²⁹ um aspecto importante na seleção de alternativas é que as incertezas devem ser causadas pelos métodos em comparação para que a avaliação seja feita sem favorecer a nenhuma das alternativas (IOANNOU & MARTINEZ, 1996), isto é, cada alternativa deve ser testada no mesmo problema.

³⁰ considerar o aprendizado que ocorre durante a execução de processos e operações repetitivas permite que a previsão da produção seja mais realista, podendo gerar programações mais confiáveis e orçamentos mais competitivos (LUTZ et al., 1994).

- no controle
 - * investigação da utilização dos recursos;
 - * estimativa dos tempos médios de espera;
 - * análise de sensibilidade para determinar adequadamente os recursos e minimizar o tempo e os custos;
 - * solução de problemas em tempo real.

A simulação também pode ser usada como uma ferramenta de ensino, complementando o conhecimento que é passado em sala de aula e auxiliando os alunos a adquirirem as habilidades necessárias para enfrentarem os problemas que acontecem durante o exercício da profissão (SAWHNEY & MUND, 1998).

Um projeto de construção pode ser visto com uma coletânea de processos interligados de acordo com a estratégia de implementação. Estas interdependências e interrelações se tornam complicadas como resultado da lógica de construção e utilização de um conjunto limitado de recursos (SAWHNEY et al., 1998). O presente trabalho pretende fazer simulações de projeto, onde os objetivos estão mais ligados a questões gerenciais, como por exemplo: custo, programação e demanda de recursos em geral (SAWHNEY & ABOURIZK, 1995), e não de processos, implicando na divisão sistemática do projeto em processos que possam ser simulados simultaneamente (SAWHNEY et al., 1998). SAWHNEY et al. (1998) apresentam uma estrutura para realização deste tipo de simulação:

- identificar todos os processos que estão para ser modelados no projeto considerado;
- identificar e definir os recursos necessários para os processos identificados;
- desenvolver os modelos para os processos identificados;
- simular os processos simultaneamente usando o mesmo conjunto de recursos.

No que diz respeito à indústria da construção civil, as técnicas de simulação devem ser capazes de modelar a realocação dos recursos, pois além dos recursos não serem específicos de nenhuma parte do processo, existem processos que são executados simultaneamente e disputam os mesmos recursos (SLAUGHTER, 1999). Orientando o sistema de simulação para os recursos é possível alcançar melhorias na representatividade do modelo, nas durações das atividades e na significância e acurácia dos resultados, além de permitir o uso e avaliação de diferentes estratégias de desempenho (McCAHILL & BERNOLD, 1993).

Para criar um modelo de simulação representativo é necessário ter os processos devidamente caracterizados. As informações necessárias para esta caracterização são divididas em três grandes grupos, como representados na

Figura 4.10 (SLAUGHTER, 1999): fluxo de processos, especificidades do projeto e a dinâmica do projeto. Entretanto, a utilização da simulação vai além da devida caracterização dos processos, passando pelo uso de probabilidades e estatísticas como parte integrante do estudo (LAW & KELTON, 1991).

A utilização da simulação de projetos traz benefícios, entre os quais podemos citar (SAWHNEY et al., 1998; CANO & SÁENZ, 1999; LUTZ et al., 1994):

- facilita o processo de aprendizagem, pois fornece oportunidades de trabalhar em situações virtuais que têm semelhanças com situações reais da vida prática;
- permite que os planos tenham representação dinâmica;
- permite incorporação de fatores externos (ex.: condições climáticas), produtividade de mão-de-obra e quebra de equipamentos;
- possibilita a análise da utilização dos recursos através de análise de sensibilidade;
- indica quando a produtividade nos processos analisados só pode ser melhorada através de inovações;
- permite descrever a estratégia de implementação para o projeto pela ligação dos processos envolvidos.

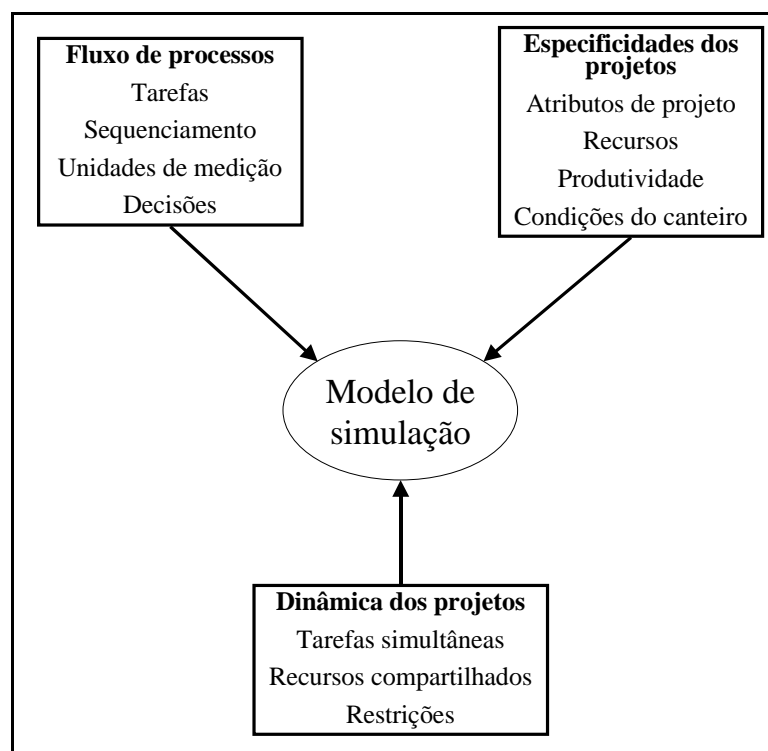


Figura 4.10 -Caracterização de processos para geração de modelos de simulação (baseado em SLAUGHTER, 1999)

Dentro do processo de formação de gerentes a simulação também pode ser útil, pois é uma ótima ferramenta para o treinamento e suporte a decisões estratégicas (IBBS, 1985). As situações a seguir são exemplos nos quais o emprego de simulação é desejável, eliminando o risco de falhas (CANO & SÁENZ, 1999):

- em empresas que projetam sob encomenda e precisam introduzir as habilidades para gerenciar projetos;
- quando pessoas querem/precisam ganhar experiência em gerenciamento de projetos e necessitam de ferramentas que reproduzam cenários reais, com decisões a serem tomadas e conflitos a resolver.

Entretanto, apesar de todos estes aspectos positivos associados à simulação, esta técnica também tem limitações (CHEHAYEB & ABOURIZK, 1998):

- requer mais tempo para modelar e atualizar dados relativos a custos e programação para fins de controle, pois a modelagem engloba mais aspectos que o modelo PERT/CPM convencional;
- relacionar processos repetitivos pode ser complicado e demorado, especialmente nos casos com muitas e contínuas ligações entre dois ou mais processos.

A seguir, serão discutidos aspectos gerais a respeito das técnicas de simulação. Algumas das técnicas existentes serão apresentadas e discutidas.

4.3.1 Técnicas de simulação

Do ponto de vista do usuário, uma técnica será tanto melhor, quanto maior for a capacidade de se ajustar a várias situações e mais simples for de desenvolver os modelos. Contudo, estas qualidades estão associadas às características da técnica escolhida (MARTINEZ & IOANNOU, 1999):

- **gama de aplicações** – é o conjunto de situações para o qual a técnica foi desenvolvida;
- **estratégia de simulação** – é a estrutura conceitual que guia o desenvolvimento dos modelos;
- **flexibilidade** – é a capacidade do sistema de modelar situações complexas e de adaptar a uma variedade de aplicações.

Segundo MARTINEZ & IOANNOU (1999), a estratégia de simulação é a característica mais significativa de uma técnica. Atualmente, as duas principais estratégias utilizadas são: *process interaction* (PI) e *activity scanning* (AS). Na primeira estratégia, os modelos criados enfocam o fluxo dos processos pelo sistema. Na segunda estratégia, o foco está nas atividades e nas condições necessárias para que estas atividades possam acontecer. Ainda segundo estes mesmos autores, é a segunda estratégia de simulação que mais se adequa às necessidades da indústria da construção civil.

Nas próximas seções serão apresentadas duas técnicas de simulação disponíveis: CYCLONE e STROBOSCOPE, que representam o que há de melhor em simplicidade e flexibilidade (MARTINEZ & IOANNOU, 1999).

4.3.1.1 CYCLONE – Cyclic Operations Networks

Desenvolvida no início dos anos 70 por HALPIN (1977), esta técnica trata os processos construtivos repetitivos através da simulação de Monte Carlo e considera os recursos como unidades que fluem através do modelo (ABRAHAM & HALPIN, 1998). Nesta técnica, as unidades lógicas circulam em um diagrama de fluxo fechado, no qual são conectados símbolos representando atividades desempenhadas, possíveis esperas e funções requeridas para o sistema de controle (SENIOR & HALPIN, 1998).







Esta técnica já foi aplicada a vários processos da construção civil (*por exemplo: movimentação de terra, pavimentação e concretagem*), apresentando grande aceitação (SAWHNEY et al., 1998). Tão bem aceita, que várias melhorias vêm sendo feitas ao longo do tempo para permitir, por exemplo, a manipulação de curvas de aprendizagem e modelar efeitos que dependem do tempo, (MARTINEZ, 1996). Para aplicar esta técnica foi desenvolvido um software específico, o MicroCYCLONE (Microcomputer Cyclic Operation Network System), que desenvolve quatro atividades básicas (SOTO, 1995):

- simular um processo;
- gerar um grupo de relatórios do processo simulado;
- trabalhar com um módulo de estatística;
- realizar análises de sensibilidade, variando os recursos e as durações das atividades.

Para o usuário do sistema, fica a responsabilidade de gerar os modelos dos processos e operações necessários. Para isto existe um conjunto de símbolos que se combinam para montar o modelo. Os itens que se seguem procuram mostrar os símbolos e como usá-los.

4.3.1.1.1 Modelagem de atividades e processos

Os elementos gerais usados na modelagem estão representados no Quadro 4.1 (HALPIN, 1977).



SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	NORMAL – representa uma atividade sem restrições de recursos.
	COMBI – representa uma atividade com restrições em um ou mais recursos.
	FILA – local onde os recursos permanecem esperando até que tudo esteja pronto para executar uma determinada atividade, representada por uma COMBI.
	FUNÇÃO – acumula entidades da simulação
	CONTADOR – mantém registrado quantas vezes uma unidade passa por ele
	LINK – usado para modelar a direção do fluxo de recursos entre os vários nós de ativação e passividade.

Quadro 4.1 -Simbologia usada na metodologia CYCLONE (HALPIN, 1977)

4.3.1.1.2 Modelagem dos recursos

O sistema trabalha com uma biblioteca de recursos, que armazena informações pertinentes aos nomes, quantidades, número de recursos disponíveis para o projeto e graus de prioridade nos casos em que um recurso pode ser usado por mais de um processo (SAWHNEY et al., 1998). Portanto, para que seja possível alocar e utilizar recursos nos processos é necessário identificá-los e cadastrá-los na biblioteca do sistema.



A modelagem dos recursos é geralmente feita através da inicialização dos mesmos nos nós FILA apropriados dentro do modelo do processo. O Quadro 4.2 apresenta os símbolos específicos utilizados nesta metodologia para modelar os recursos.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	RECURSO ALOCADO – semelhante ao elemento FILA no modelo, sempre antecedendo uma atividade COMBI. Este elemento tem a função de checar a disponibilidade do recurso.
	RECURSO LIVRE – usado em conjunção com o elemento RECURSO ALOCADO, libera e atualiza biblioteca de recursos

Quadro 4.2 - Símbolos usados na metodologia CYCLONE para modelar os recursos (SAWHNEY et al., 1998)

4.3.1.1.3 Modelagem das interdependências dos processos

De um modo geral, as interdependências são modeladas implicitamente ao ligar as atividades, porém com a CYCLONE, esta modelagem pode ser feita explicitamente, desenvolvendo modelos separados para cada processo e depois ligando-os através das funções SUCESSOR e PREDECESSOR. A representação destas funções está mostrada no Quadro 4.3.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	SUCCESSOR – semelhante a um elemento FUNÇÃO, é usada no processo antecessor, podendo ser locado após os elementos NORMAL, COMBI, RL e CONTADORES.
	PREDECESSOR – semelhante ao elemento FILA, inicializa as unidades de controle, materiais a serem consumidos ou componentes construtivos no processo sucessor.

Quadro 4.3 - Símbolos usados na metodologia CYCLONE para modelar as interdependências entre os processos (SAWHNEY et al., 1998)

Esta forma de modelagem também pode ser usada para simular projetos. Para tanto, o projeto é concebido como um conjunto de processos inter-relacionados. Esta linha de trabalho caracteriza a primeira corrente para simulação de projetos, onde o nível de detalhe chega aos processos e operações (SAWHNEY et al., 1998).

4.3.1.2 STROBOSCOPE – State and Resource Based Simulation of Construction Processes

STROBOSCOPE é uma linguagem de programação específica para modelagem de operações dentro do processo de construção, tendo seu modelo baseado sobre uma rede de elementos interconectados e um conjunto de atributos associados aos elementos. São estes atributos que controlam a simulação e dão aos elementos um comportamento único dentro do processo (MARTINEZ, 1996).



Através da definição dos atributos é possível determinar (MARTINEZ et al., 1994; MARTINEZ & IOANNOU, 1994):

- como os elementos se comportarão durante a simulação;
- a duração ou prioridade de uma atividade;
- a disciplina de uma fila;
- a quantidade de recursos que fluem de um elemento para outro.

Para esta metodologia também existe um conjunto de símbolos que viabilizam a geração de modelos para simulação de processos e operações. Estes símbolos e a forma de combinação entre eles serão discutidos nos itens a seguir.

4.3.1.2.1 Modelagem de processos e operações

A utilização de redes com elementos interconectados é a forma mais sofisticada de representação para modelos de simulação (MARTINEZ, 1996). Os símbolos básicos utilizados na modelagem estão apresentados no Quadro 4.4.

ELEMENTO	NOME	DESCRIÇÃO
→	LIGAÇÃO	Conecta os elementos e indica a direção e o tipo de recurso que flui através dela, sendo esta última característica a mais importante. Desta forma, todas as ligações têm de ser nomeadas para identificar o recurso em transição. A convenção adotada é começar o nome com duas letras, para identificar o recurso, seguidas por um número que identifica a ligação.
Q	FILA (<i>Queue</i>)	São estoques de recursos e cada fila está associada a um único recurso, porém o que mais importa em uma fila é o seu conteúdo em cada instante de tempo, onde a forma de medir é função do tipo de recurso acumulado. A disciplina de uma fila é determinada pela forma como os recursos são ordenados.
	Atividade COMBI	Representa atividades que só iniciam quando um certo número de condições é satisfeito, logo quando apropriado cada atividade COMBI é checada para ver se todas as condições necessárias já foram atendidas. A este tipo de atividade não é permitido interromper outra atividade para usar os seus recursos, sendo assim, todas as precedências de uma atividade COMBI devem ser FILAS.
	Atividade NORMAL	Representa atividades que começam imediatamente após o término de outras, suas predecessoras, e os recursos necessários vêm justamente destas atividades que terminaram. Portanto somente atividades podem ser predecessoras de uma atividade NORMAL.

Quadro 4.4 -Simbologia empregada técnica STROBOSCOPE (TOMMELEIN, 1997; MARTINEZ, 1996)

Uma particularidade desta metodologia é que em cada ligação só pode fluir um único tipo de recurso. Portanto, quando fluem vários tipos de recursos de um elemento para outros, para cada recurso deve ser usado uma ligação exclusiva (MARTINEZ, 1996). Vários exemplos da aplicação desta técnica podem ser encontrados na literatura (TOMMELEIN, 1997; MARTINEZ & IOANNOU, 1994; MARTINEZ et al., 1994).

4.3.1.2.2 Sistema de simulação STROBOSCOPE (STROBOSCOPE Simulation System)

Esta metodologia também conta com um ambiente computacional para a realização das simulações, que é o STROBOSCOPE Simulation System. Este sistema apresenta as seguintes capacitações em suporte à simulação dos processos e operações da construção (MARTINEZ, 1996):

- caracterização dos recursos – pois alguns resultados e decisões são influenciados pelas propriedades dos recursos envolvidos, além de existirem recursos compostos e que o sistema deve ser capaz de representá-los adequadamente;
- programação – para permitir que a interação entre as propriedades dos recursos e o estado da simulação sejam ajustados caso a caso.

Entre as contribuições do STROBOSCOPE como uma linguagem de simulação podemos citar (MARTINEZ, 1996):

- fornece uma estrutura que permite o acesso dinâmico e compreensivo ao estado da simulação³¹;
- fornece uma estrutura que permite o acesso dinâmico às propriedades dos recursos;
- modela as propriedades dos recursos;
- permite considerar a incerteza em qualquer aspecto do sistema, real ou imaginário, que está sendo modelado. Tornar as incertezas explícitas (*quantificação e manifestações*) é o primeiro passo para tornar os processos menos vulneráveis aos seus impactos (TOMMELEIN, 1997).

As duas técnicas que foram descritas neste trabalho são diferentes em vários aspectos, cabendo uma comparação entre elas.

4.3.1.3 Análise comparativa entre as técnicas de simulação CYCLONE e STROBOSCOPE

O Quadro 4.5 apresenta uma comparação entre estas duas técnicas, buscando esclarecer as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

³¹ o estado da simulação diz respeito a dados do tipo: tempo de simulação atual, número de vezes que uma atividade ocorreu, última vez que uma atividade iniciou, quantidade de recursos ociosos, entre outros (MARTINEZ, 1996)

Contudo, independente da técnica de simulação adotada, já existem formas de otimizar o desempenho das operações e processos analisadas. O item que se segue introduz o assunto otimização e mostra um exemplo desenvolvido para a indústria da construção civil.

TÉCNICA	OBJETIVO FUNDAMENTAL	VANTAGENS	DESvantagens
CYCLONE	Análise de atividades repetitivas (<i>cíclicas</i>) para alcançar uma produção mais uniforme e maior produtividade	Simplicidade na modelagem. Facilidade de aprendizagem.	Inabilidade do sistema de reconhecer atributos dos recursos e permitir a inclusão de funções definidas pelos usuários. Inabilidade do sistema em modelar as propriedades dos recursos
STROBOSCOPE	Analisar as necessidades de recursos e a dinâmica associada aos processos da construção	Maior flexibilidade. Alto grau de detalhamento. Expansível. Permite tomar decisões com base no estado da simulação.	Modelagem trabalhosa, pois cada elemento do modelo possui um conjunto de atributos associados. Aprendizado e domínio da técnica demorado.

Quadro 4.5 - Comparação entre as técnicas de simulação (HALPIN, 1977; GONZALEZ-QUEVEDO et al., 1993; MARTINEZ, 1996; MARTINEZ & IOANNOU, 1999)

4.4 OTIMIZAÇÃO

A busca pela configuração inicial que maximiza o desempenho do sistema simulado é o passo seguinte ao estabelecimento da simulação como ferramenta operacional, porém, para a indústria da construção civil ainda falta estabelecer a simulação como ferramenta confiável.

A otimização da simulação é alcançada através da integração de algum método de otimização com um modelo de simulação para determinar as condições necessárias para maximizar o desempenho do sistema modelado (BOWDEN & HALL, 1998).

Nesta linha, McCABE (1998) desenvolveu um método que integra simulação e as "*Belief Networks*³²" que assume como pressuposto que os principais objetivos, como custos baixos e projetos com durações reduzidas, são resultados do uso eficiente dos recursos. Neste método, a simulação é usada para modelar as operações e fornecer medidas de desempenho que são analisadas pelas "*Belief Networks*", que determina as causas mais prováveis para o baixo desempenho e sugere modificações no modelo, que é novamente simulado e suas medidas analisadas em um processo iterativo (McCABE et al., 1998).

Para desenvolver sistemas computacionais desta natureza, é necessário abordar seis aspectos muito importantes (BOWDEN & HALL, 1998):

³² desenvolvida na Stanford University durante os anos 70, as "*Belief Networks*" são uma técnica de inteligência artificial que pode ser descrita como um sistema especialista baseado em probabilidades (McCABE et al., 1998).

- **problema** – durante a formulação do problema é estabelecida a relação entre a função objetivo e as restrições;
- **métodos** – relaciona os métodos de otimização usados para o sistema simulado;
- **tipo do problema** – relaciona o tipo de problema com o método de otimização mais adequado;
- **estratégias e táticas** – refere-se às maneiras de conseguir o uso mais eficiente dos recursos computacionais e melhorar a acurácia das soluções observadas;
- **inteligência** – refere-se à capacidade de escolher a estratégia mais adequada para o tipo de problema;
- **interfaces** – engloba todas as interfaces possíveis (*usuário-otimizador e otimizador-simulação*).

Embora todo este esforço de pesquisa e desenvolvimento em otimizadores de simulação seja válido, ainda é necessário estabelecer a simulação como uma ferramenta operacional, capaz de auxiliar na tomada de decisão dentro da indústria da construção civil.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram exploradas as técnicas de programação e simulação. Percebe-se um grande potencial para pesquisa e desenvolvimento no âmbito da simulação aplicada a construção civil. Entretanto, nota-se que o desafio não está no desenvolvimento de novas técnicas, mas sim na sua aceitação como ferramenta operacional dentro do processo de PCP em empresas construtoras. No entanto, para que a simulação venha a ser uma ferramenta efetivamente usada é necessário que algumas condições sejam satisfeitas (McCAHILL & BERNOLD, 1993; SLAUGHTER, 1999):

- o software de simulação deve ser capaz de fornecer uma resposta rápida e facilmente gerada para as constantes mudanças nas condições do canteiro e disponibilidade de recursos;
- os modelos usados na simulação devem ser capazes de representar com o máximo de fidelidade possível os recursos disponíveis e as condições pertencentes ao trabalho;
- os modelos têm que ser adaptáveis às mudanças nos processos de construção relacionados a projeto, recursos e condições de canteiro;
- os resultados devem ser facilmente compreendidos pelo pessoal da obra com o mínimo treinamento em computação, modelagem e simulação.

5. A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

5.1 INTRODUÇÃO

A Teoria das Restrições é uma nova filosofia gerencial, assim como *Just in Time* (JIT) e *Total Quality Management* (TQM), que define a meta da empresa como sendo ganhar dinheiro agora e no futuro (GOLDRATT, 1998). Esta teoria procura administrar adequadamente a produção de forma que os custos sejam mantidos sob controle e os ganhos protegidos.

GOLDRATT (1998) coloca que para um administrador conseguir controlar os custos e proteger os ganhos é preciso saber em que focar e como focar. O caminho fornecido pela Teoria das Restrições para administrar adequadamente passa por dois pontos fundamentais:

- procedimento para focar;
- mudança do paradigma do mundo dos custos para o mundo dos ganhos.

Esta mudança de paradigma implica necessariamente em proteger os ganhos antes de controlar os custos. Dentro desta problemática há uma escolha entre ganho e custo, pois para proteger o ganho, às vezes é necessário abrir mão do controle dos custos, ao passo que o excesso de rigor no controle dos custos traz perdas nos ganhos (GOLDRATT, 1998). Como o foco deste trabalho é o planejamento e controle da produção de obras de edificação e neste contexto o procedimento de focalização é de vital importância, pois é através dele que se determina o ritmo e sincroniza a produção.

5.2 PROCEDIMENTO DE ENFOCAR

Este procedimento é um processo de raciocínio que permite a avaliação dos impactos de decisões e ações locais no desempenho total do sistema produtivo, diferente do TQM que foca o controle e melhoria de processos (DETTMER, 1995). Este mesmo procedimento é o ponto de partida para o gerenciamento das restrições, capacitando os gerentes a planejar todo o processo de produção e focar nos recursos que mais causam impacto (COX & SPENCER, 1998).

Os passos para focar fornecidos pela Teoria das Restrições são (GOLDRATT, 1991 e 1998):

- identificar a(s) restrição(ões) do sistema;
- decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema;
- subordinar tudo e todos ao ritmo da(s) restrição(ões) do sistema;

- elevar a(s) restrição(ões) do sistema;
- voltar ao primeiro passo e refazer o procedimento.

Nos próximos itens serão detalhados cada um destes passos.

5.2.1 Identificar a(s) restrição(ões) do sistema

Antes de identificar uma restrição é necessário saber o seu significado. Há dois tipos de restrições:

- **políticas** - são políticas que continuam atuando quando já deviam ter sido substituídas, ou seja, são definidas como regras que permanecem em vigor após suas causas terem sido extintas (GOLDRATT, 1998);
- **físicas** - também chamados de gargalo, são recursos que não têm capacidade suficiente para atender a demanda.

Na opinião dos gerentes, o tipo de restrição mais comum é a restrição política ao invés da física. Isso ocorre em parte pelo fato destas políticas ditarem a maneira como as coisas devem ser feitas, e em parte pela visão limitada dos gerentes a respeito das boas políticas e procedimentos, que apóiam as metas locais em detrimento das globais (COX & SPENCER, 1998; DETTMER, 1995). GREINER (1998) cita um outro problema causado por estas políticas, desta vez em relação ao comportamento dos funcionários. Este autor afirma que os problemas gerenciais estão enraizados no tempo e que à medida que o tempo passa, o comportamento dos funcionários vai ficando mais previsível e difícil de mudar. Como solução, ainda segundo GREINER (1998), é necessário que os gerentes estejam sempre encontrando políticas adequadas para cada período, pois, ironicamente, a melhor solução para um período pode ser o maior problema posteriormente.

No que se refere a máquinas e equipamentos, a produção no canteiro de obras não difere muito da manufatura, pois é perfeitamente aceitável que um guincho ou betoneira não tenha capacidade suficiente para atender a demanda. Entretanto, no tocante a mão-de-obra a situação é diferente, pois a construção civil apresenta processos dependentes da mão-de-obra e a manufatura não. Esta particularidade faz com que as equipes se tornem um dos principais fatores responsáveis por uma atividade ser ou não ser um gargalo, quer seja pela disponibilidade, quer seja pelo ritmo de trabalho. Outra situação também comum é encontrar sistemas produtivos sem gargalos, mas com recursos que têm restrições de capacidade (RRC), isto é, recursos que em média têm capacidade ociosa, mas não têm capacidade suficiente para atender aos picos de demanda, se tornando o *gargalo* do sistema naquele período. Na construção civil, os equipamentos de transporte vertical são um exemplo claro de RRC, pois em alguns períodos apresentam sobrecarga e em outros, ociosidade.

Na construção civil, os gargalos são geralmente encontrados no conjunto de atividades que têm baixo atravessamento³³ e consomem bastante tempo, porém muitas restrições encontram-se escondidas na cadeia produtiva do setor e no fluxo de informações, causando variações no fluxo das atividades e perdas na produtividade (SHEN et al., 2000). De um modo geral, para identificar um recurso gargalo/restrrição é preciso comparar a carga de trabalho gerada pela demanda com a disponibilidade do recurso necessário (GOLDRATT, 1991). É conveniente salientar que podem ser encontradas várias restrições, porém os esforços de melhoria devem ser concentrados na mais crítica (DETTMER, 1995). Neste sentido, a modelagem de processos e posterior simulação desempenham um papel importante na identificação de recursos gargalos ou com restrições de capacidade, abrindo uma boa oportunidade de melhoria no desempenho da construção pelo aumento da confiabilidade nos fluxos (BALLARD, 1999)

Uma vez identificado o gargalo, existem duas maneiras de melhorar o seu desempenho (GOLDRATT, 1998):

- **adicionando mais capacidade ao recurso** (*por ex.: contratando mais funcionários ou adquirindo mais máquinas*): neste ponto a questão passa a ser o tempo consumido para a adicionar mais capacidade ao gargalo, por exemplo: uma máquina pode levar meses para ser entregue;
- **gerenciar melhor o recurso**: visando tirar o máximo possível dele na forma em que ele se encontra, com todas as suas limitações e problemas.

Os próximos passos do procedimento de enfocar tratam exatamente de como conseguir gerenciar adequadamente os gargalos identificados, pois em função da crescente competição mundial, é necessário que uma empresa utilize adequadamente todos os seus recursos para sobreviver e ter sucesso no mercado (WRIGHT et al., 1998).

5.2.2 Decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema

Esta decisão está associada a descoberta de como utilizar o recurso sem que haja nenhum desperdício do mesmo. Determinar como um recurso gargalo será explorado é na verdade determinar a forma como este recurso, que não tem capacidade suficiente, será gerenciado. Segundo COX & SPENCER (1998) o termo explorar significa tirar vantagem da capacidade existente na restrição. Segundo estes autores, existem várias formas de explorar a restrição, entre as quais estão:

³³ dentro da Teoria das Restrições, atravessamento é considerado como a taxa em que o sistema gera dinheiro através da venda dos seus produtos (CORRÊA & GIANESI, 1993; COX & SPENCER, 1998). Entretanto, é necessário ser mais claro na adaptação deste conceito para a indústria da construção civil, especialmente no tocante às atividades. Neste sentido, o atravessamento pode ser entendido como o ritmo das atividades.

- utilizar o JIT focado na restrição;
- adotar a manutenção preventiva;
- aplicar os procedimentos do controle da qualidade.

O passo seguinte à escolha de como explorar a restrição é sincronizar todo o sistema produtivo para só produzir o que o recurso restrição é capaz de processar. Isso só acontece subordinando todas as partes do sistema ao ritmo do gargalo.

5.2.3 Subordinar tudo e todos ao ritmo da(s) restrição(ões) do sistema

Este passo, se implementado adequadamente, faz com que os recursos que têm capacidade além do necessário produzam apenas o suficiente para manter o gargalo produzindo e nada mais, assegurando o funcionamento e exploração das restrições. Sendo assim, todas as partes do sistema devem estar alinhadas e ajustadas para suportar a eficiência máxima do gargalo (DETTMER, 1995).

Durante a aplicação deste passo são identificados os conflitos entre os diversos recursos existentes, de forma que os três primeiros passos do procedimento de focar devem ser empregados em um processo iterativo para identificação de restrições no sistema produtivo (GOLDRATT, 1991). Este passo acarreta uma redução de estoques, pois como só é permitido produzir o que o recurso gargalo é capaz de processar não existem mais os excessos causadores de inventário. Entretanto, somente diminuir a utilização de recursos com excesso de capacidade não elimina todos os problemas, pois todo sistema produtivo está sujeito a quebra de máquinas e/ou equipamentos e falta de recursos. A solução dada pela Teoria das Restrições para estes problemas é o emprego de estoques estratégicos, os pulmões (*buffers*), localizados imediatamente antes do gargalo/restrrição. A função dos pulmões é específica: proteger a restrição da atuação da variabilidade e incerteza (GOLDRATT, 1991; GOLDRATT, 1998).

Observando-se apenas o aspecto da subordinação, a Teoria das Restrições não trouxe grandes novidades, pois no final da década de 60 já se falava em colocar as equipes de trabalho mais lentas para executarem suas atividades antes das equipes mais rápidas (BIRREL, 1980), forçando a produção a manter um ritmo constante e determinado pelo mais lento.

Aqui percebe-se uma ligação clara entre da Teoria das Restrições com a linha de balanço, pois o que foi proposto equivale a diminuição dos ritmos das atividades ao para o ritmo do gargalo da produção.

5.2.4 Elevar a(s) restrição(ões) do sistema

Quando as restrições começam a ser administradas, mais capacidade começa a aparecer, pois o que era antes desperdiçado agora é aproveitado de uma forma mais adequada. O termo elevar está associado a melhorar a restrição, não como utilizá-la, como é o caso do passo **definir como explorar a restrição**. A diferença entre estes passos está na quantidade de investimento necessário, quer seja em dinheiro ou qualquer outro aspecto (RAND, 2000). Com a melhoria contínua da restrição, chegará um momento em que existirá o suficiente e este recurso deixará de ser uma restrição. A melhoria em uma restrição faz com que a condição de gargalo seja quebrada, e, conseqüentemente, o posto de restrição será assumido por um outro recurso. COX & SPENCER (1998) sintetizam o significado deste passo afirmando que elevar uma restrição é simplesmente aumentar sua capacidade.

Neste ponto também se percebe uma relação da Teoria das Restrições com a linha de balanço, pois o que foi proposto tem como consequência o aumento do ritmo de produção da atividade gargalo.

5.2.5 Voltar ao primeiro passo e refazer o procedimento

Quando os passos anteriores já foram implementados com sucesso, a empresa pode cair no erro de se acomodar, de forma que é necessário refazer os passos de focalização, buscando identificar, como explorar, subordinar e melhorar a restrição. Esse cuidado é para evitar a instalação de uma restrição política.

Este passo fecha o circuito que combate a inércia, caracterizando o procedimento de focar fornecido pela Teoria das Restrições como um processo de melhoria contínua, que visa a constante avaliação e aprimoramento do sistema produtivo para a proteção dos ganhos. Estes passos permitem aos gerentes pensar e planejar para então fazer e controlar (COX & SPENCER, 1998)

Este procedimento pode ser usado por uma empresa em dois níveis distintos: gerenciamento de projetos e planejamento da produção. A seguir será apresentada uma discussão a respeito destes dois níveis de aplicação.

5.3 GERENCIAMENTO DO PROJETO

Gerenciamento do projeto/empreendimento é a coordenação eficaz e eficiente dos mais variados recursos (*humanos, financeiros, materiais, ...*) e esforços para obter o produto final desejado (LIMMER, 1997). No caso deste estudo: obras de edificação. Considerando que empreendimento e projeto têm o mesmo sentido, no que se refere a realização deste trabalho, é possível aplicar todos os conceitos e técnicas fornecidos pela Teoria das Restrições para o gerenciamento de projetos.

Utilizando os diagramas de precedência, GOLDRATT (1998) mostra que o caminho crítico do projeto é a sua restrição, sendo assim deve ser protegido contra a incerteza. Segundo LEACH (1999), para a Teoria das Restrições um mau gerenciamento da incerteza é a principal causa de insucessos no gerenciamento de projetos.

Neste ponto a questão passa a ser os pulmões, onde localizar, como dimensionar e controlá-los para evitar que os caminhos não críticos venham a se tornar críticos. No gerenciamento de projetos, os pulmões são intervalos de tempo colocados nas junções entre caminhos não críticos e o caminho crítico (Figura 5.1), para proteger o caminho crítico (*restrição*) da variabilidade e incerteza (GOLDRATT, 1998).

Os pulmões são uma ferramenta valiosa no monitoramento do projeto e determinação das ações a serem tomadas (NEWBOLD, 1998). Nesta análise são considerados dois tipos de pulmões (Figura 5.1), cada qual com seus objetivos específicos:

- **pulmão de projetos** – colocado no fim do caminho crítico a fim de proteger o projeto como um todo da incerteza, prevenindo atrasos e sacrifício de especificações;
- **pulmão de convergência** – colocado nas ligações entre os caminhos não críticos com o caminho crítico, congregam todas as atividades do caminho não crítico. Estes pulmões têm o objetivo de evitar mudanças no caminho crítico, levando a manutenção dos caminhos não críticos como não críticos. Na Figura 5.2 está esquematizado o mecanismo de atuação deste tipo de pulmão.

HOEL & TAYLOR (1999) afirmam que o dimensionamento dos pulmões de projeto depende da probabilidade desejada para o projeto ser completado dentro do esperado. A avaliação destas probabilidades pode ser feita usando métodos de simulação (*ex.: técnica de Monte Carlo*), e a dimensão do pulmão será a diferença entre o tempo necessário para terminar o projeto numa data associada a uma probabilidade (*ex.: 90%*) e o tempo estimado sem a influência da incerteza. Quanto aos pulmões de convergência, ainda segundo os mesmos autores, estes podem ser a soma da folgas que cada atividade possui, dado que toda atividade não crítica tem folga. COX & SPENCER (1998) afirmam que para dimensionar os pulmões não é necessário cálculos científicos, pois como a Teoria das Restrições é um mecanismo de melhoria contínua pode-se utilizar uma abordagem iterativa para determinar a dimensão adequada dos mesmos e criar um mecanismo para estimar a capacidade protetora requerida pelos recursos.

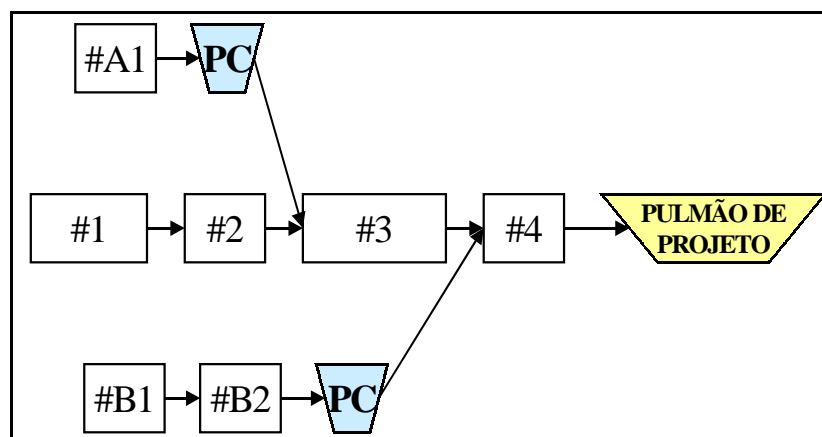


Figura 5.1 -Pulmões de projeto e de convergência (baseado em GOLDRATT, 1998)

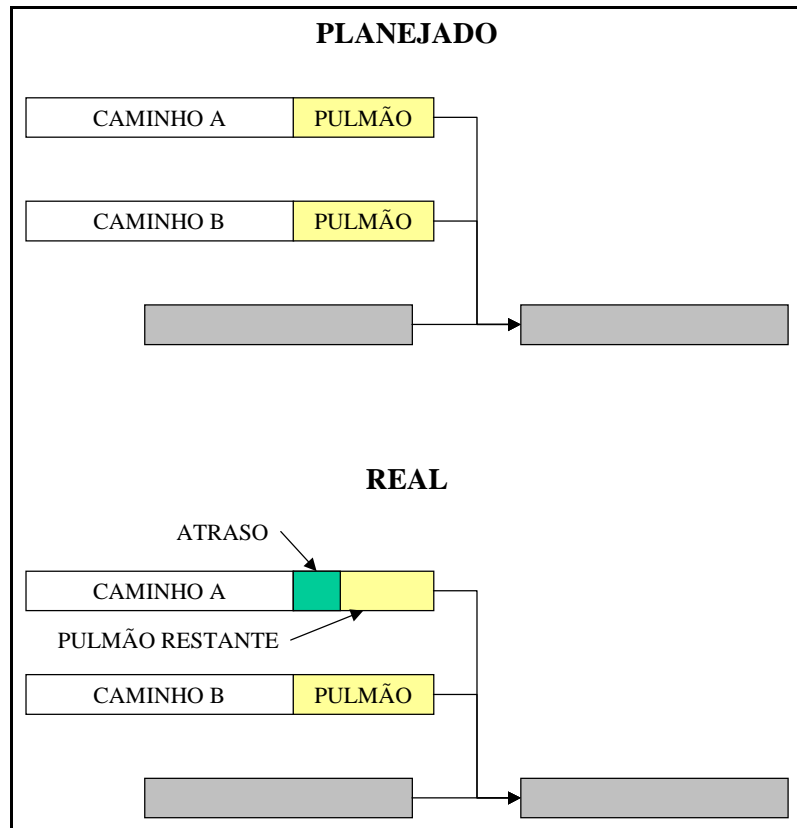


Figura 5.2 -Mecanismo de atuação dos pulmões de convergência (baseado em LEACH, 1999)

Além da discussão sobre o sequenciamento das atividades, ainda é necessário analisar o projeto sob o ponto de vista da disponibilidade de recursos. Um recurso pode estar programado para executar muitas tarefas simultaneamente (Figura 5.3). Quando isso ocorre a sequência crítica deixa de ser o caminho crítico (Figura 5.4). A única implicação que esta mudança tem é sobre a localização dos pulmões de convergência, mudando a proteção do caminho crítico para a corrente crítica³⁴, como mostra a Figura 5.4. Nesta figura, as atividades marcadas com X são executadas com os mesmos recursos. Segundo RAND (2000), para determinar a corrente crítica é necessário considerar qualquer dependência que possa existir entre atividades que utilizam os mesmos recursos. Quando estas dependências são identificadas, a sequência de atividades resultante (*corrente crítica*) deve ser realizada em série ao invés de paralelo.

³⁴ a diferença entre a corrente crítica e o caminho crítico é que a corrente leva em conta as dependências de recursos (NEWBOLD, 1998; GOLDRATT, 1998) e o caminho crítico só considera as estimativas de tempo.

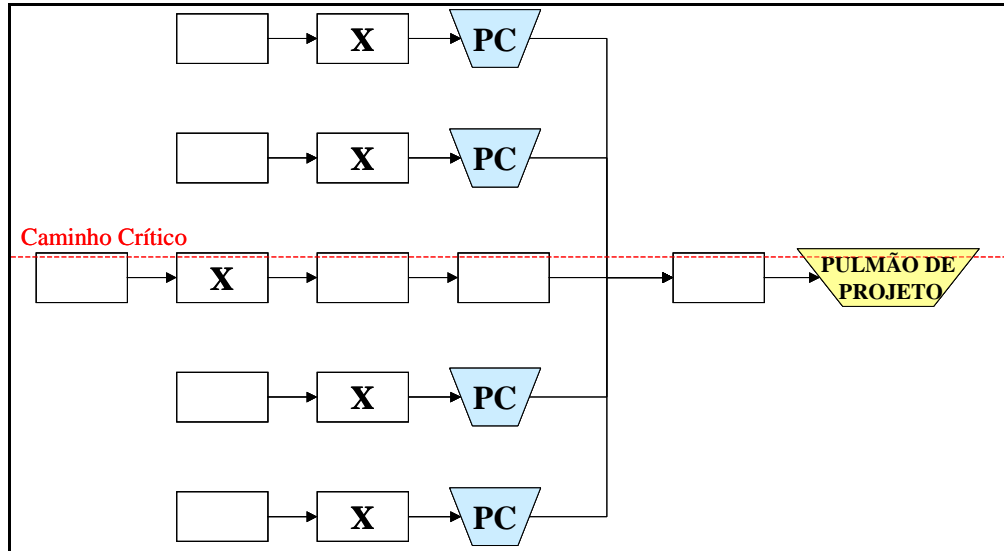


Figura 5.3 - Distribuição dos recursos no projeto (GOLDRATT, 1998)

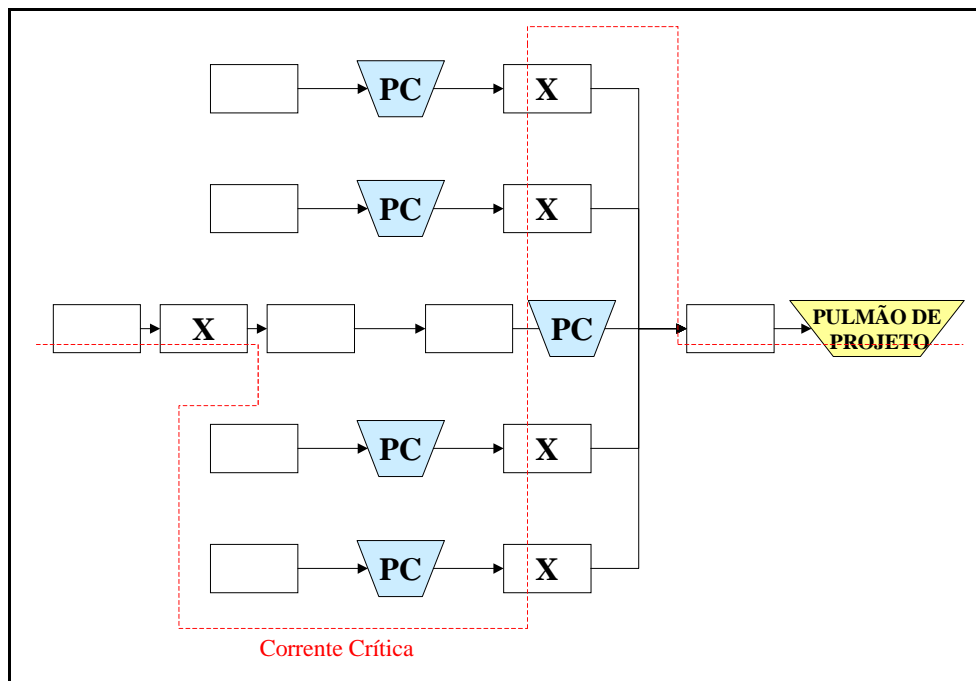


Figura 5.4 - Corrente crítica (GOLDRATT, 1998)

Com a inserção dos pulmões no projeto, a forma de acompanhá-lo muda, pois os pulmões serão o indicador de problemas, isso porque cada dia de atraso em uma atividade é um dia a menos no pulmão correspondente. Por exemplo, se um conjunto de atividades está programado para ser executado em dois meses com um pulmão de quinze dias e já se passou um mês e mais da metade do pulmão já foi consumido é porque está acontecendo algum problema com aquela atividade. Portanto, o ponto central do gerenciamento do projeto é o gerenciamento dos pulmões (*convergência e de projeto*) (GOLDRATT, 1998). Desta forma é interessante sempre estar coletando três dados distintos para ter uma idéia do consumo dos pulmões frente ao andamento do projeto (NEWBOLD, 1998):

- tarefa em execução;
- parcela não consumida dos pulmões;
- duração restante da cadeia de atividades que chega aos pulmões de convergência.

A Figura 5.5 mostra uma maneira de como usar os pulmões no controle do projeto.

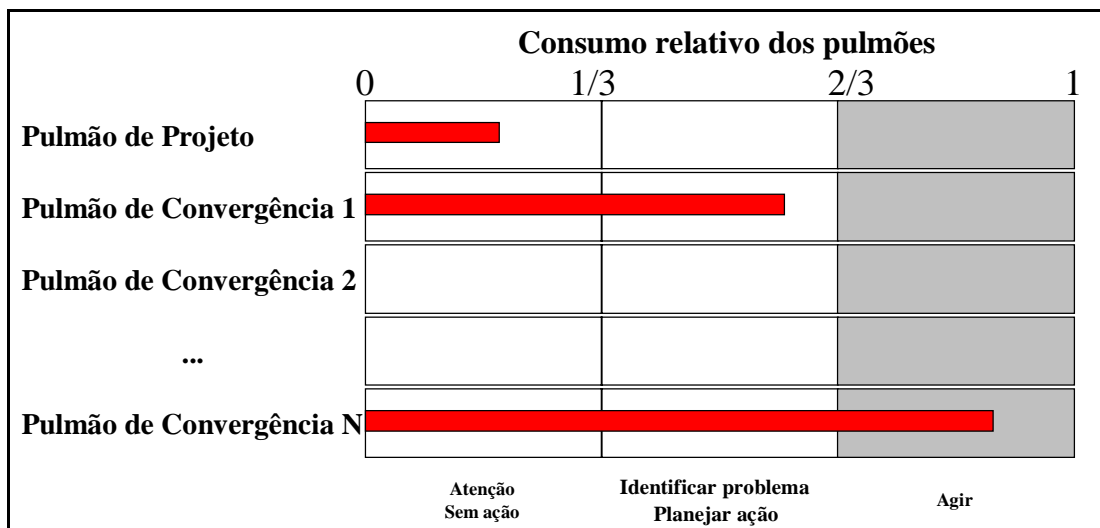


Figura 5.5 -Gerenciamento dos pulmões (baseado em LEACH, 1999)

Um outro tipo de pulmão utilizado é o pulmão de recursos, que é usado para garantir que os recursos necessários estarão sempre disponíveis para as atividades da corrente crítica, sendo às vezes necessário parar uma atividade não crítica para executar uma crítica. Estes pulmões são colocados onde um recurso tem participação em uma tarefa da corrente crítica e a precedência é realizada por um outro recurso. De um modo geral, os pulmões de recursos podem ser tratados como chamadas de alerta que notificam quando os recursos devem estar prontos para trabalhar na corrente crítica (NEWBOLD, 1998; GOLDRATT, 1998).

De um modo geral, as principais implicações da Teoria das Restrições no gerenciamento de projetos são (LEACH, 1999):

- estabelecimento da corrente crítica como restrição do projeto, ao invés do caminho crítico;
- concentração da proteção contra a incerteza nos pulmões;
- utilização dos pulmões como ferramenta direta e imediata no controle da programação dos projetos;
- modificação do comportamento dos funcionários, buscando: iniciar as atividades o mais breve possível e trabalhar em uma atividade por vez.

Toda essa discussão caminho/corrente crítica e dimensionamento dos pulmões deve acontecer na fase de planejamento antes da construção, em um planejamento no nível tático do empreendimento.

5.3.1 Planejamento e Controle da Produção

Chegando no nível operacional, o enfoque de aplicação da Teoria das Restrições muda. Enquanto o projeto foi tratado, a preocupação era evitar atrasos na entrega do mesmo e prevenir o sacrifício de especificações. Entretanto, para a produção, o enfoque deve estar na maximização do fluxo de materiais e sincronização da produção.

A maximização do fluxo vem através da programação da restrição, que pode ser um gargalo ou um RRC, mas a programação de todos os outros recursos vêm em função da programação da restrição. É conveniente relembrar a importância vertical do planejamento (LAUFER & TUCKER, 1987), pois o gerenciamento do projeto deve estar de acordo com a administração da produção. Na produção os pulmões correspondem a estoques físicos, contendo os recursos que serão consumidos pela restrição (COX & SPENCER, 1998). A sincronia é alcançada empregando o método tambor-pulmão-corda (GOLDRATT, 1991), onde:

- "*tambor*" - é compreendido como o ritmo imposto à produção pelas restrições identificadas;
- "*pulmões*" - são intervalos de tempo usados para proteger o projeto ou sistema produtivo contra incerteza;
- "*corda*" - é um mecanismo que força a todas as partes envolvidas a trabalharem sob o ritmo definido pelo "tambor".

De acordo com a Teoria das Restrições, a programação deve fazer com que o recurso gargalo seja totalmente utilizado. Por tanto, a identificação e adequada manipulação das restrições fornecem um bom referencial para a elaboração de programações confiáveis (SHEN et al., 2000).

5.3.2 Programação

Segundo GOLDRATT (1991), a programação deve sempre ter início a partir das restrições físicas (*recursos, mercado e fornecedor*), logo é necessário ter os fluxos mapeados e o procedimento de focalização (*item 5.2*) implementado corretamente.

Segundo NEWBOLD (1998), os três maiores passos para a programação segundo a Teoria das Restrições são:

- **identificar as tarefas chave** – tarefas que compõem a corrente crítica, equivalente ao primeiro passo do processo para focar (*item 5.2.1*);
- **explorar o desempenho nas tarefas chave** – equivalente ao segundo passo do processo para focar (*item 5.2.2*);

- **subordinar às tarefas chave** – garantindo a proteção da programação da corrente crítica. Corresponde ao terceiro passo do processo para focar (*item 5.2.3*).

Dentro da programação na construção civil, as implicações decorrentes da aplicação são:

- mudança na base conceitual, pois novos conceitos são introduzidos (*por ex.: pulmão*);
- a inserção e dimensionamento dos pulmões.

No entanto, encontram-se na literatura específica de programação de obras recomendações que implicitamente identificam atividades gargalo e orientam a produção em função destas atividades. Este é o caso de THABET & BELIVEAU (1994), que identificam as atividades com as maiores durações e orientam a programação em função delas.

O dimensionamento dos pulmões pode ser feito dentro das reuniões do planejamento de curto prazo, com a presença das partes envolvidas (*proprietários, engenheiros e subempreiteiros*). Outro ponto básico da aplicação da Teoria das Restrições é a eliminação das proteções contra a incerteza embutidas nas estimativas de tempo de cada atividade ou etapa constituinte do projeto, para que toda proteção seja realizada através dos pulmões (*de convergência, projeto e de recursos*) (GOLDRATT, 1998). Percebe-se que estas alterações são basicamente de cunho conceitual, desta forma as competências, comprometimento e envolvimento de quem estiver gerenciando são fatores críticos de sucesso (CHUA et al., 1999) para a adequada utilização da Teoria das Restrições na indústria da construção civil.

Com a adoção da Teoria das Restrições como paradigma conceitual para programação de obras de edificação, o controle passa a focar os pulmões inseridos. Sendo assim, os responsáveis pelo controle devem estar atentos às seguintes situações (NEWBOLD, 1998):

- **inserção e exclusão de projetos** – deve levar em conta os recursos existentes;
- **atividades não críticas estão mais lentas que o esperado** – monitorar os pulmões de convergência e intervir quando necessário;
- **atividades críticas estão mais lentas que o esperado** – monitorar o pulmão de projeto e intervir quando for necessário.
- **atividades não críticas estão mais adiantadas que o esperado** – avaliar a disponibilidade de recursos e a possibilidade de serem usados em outras atividades ou projetos.

A Figura 5.6 mostra a forma convencional de abordagem da programação e como a aplicação da Teoria das Restrições altera esta abordagem.

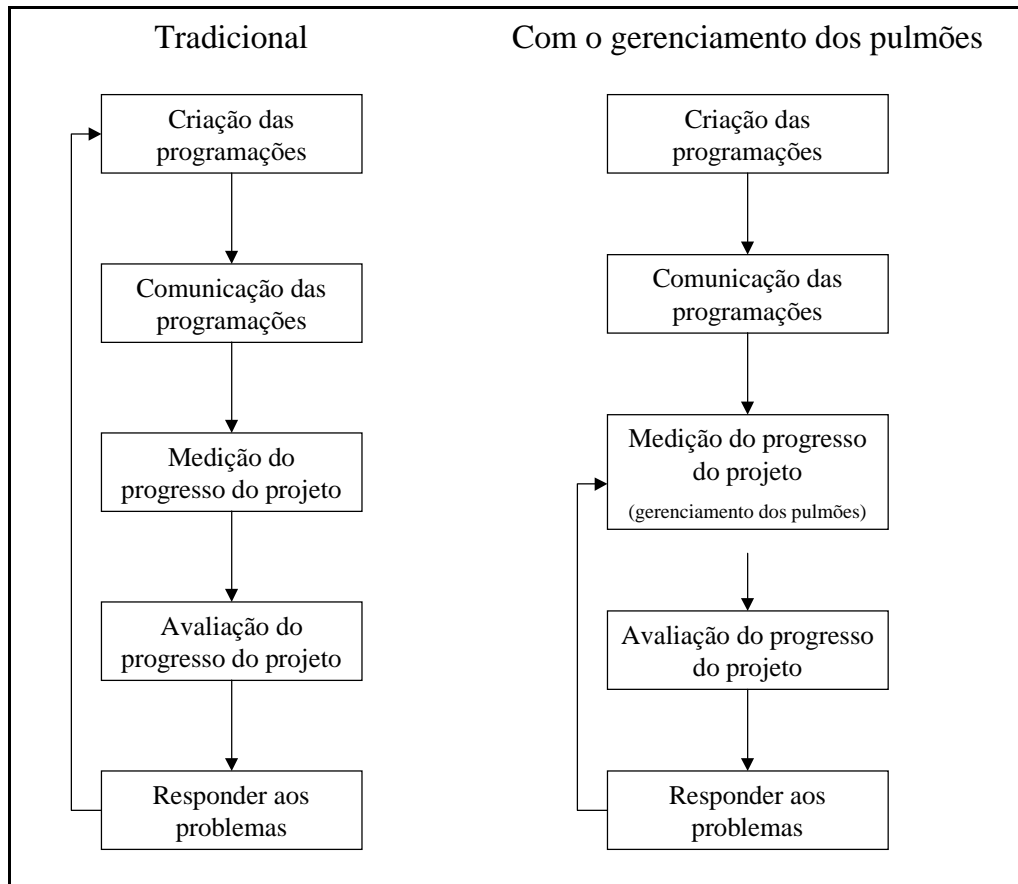


Figura 5.6 -Abordagens para a programação (baseado em NEWBOLD, 1998)

As vantagens de modificar a abordagem de programação são: a visualização dos impactos dos atrasos através da observação dos pulmões e a redução da necessidade de replanejamento, evitando as consequências que foram citadas no item 2.5 desta dissertação.

Entretanto, é importante destacar a existência de ferramentas computacionais desenvolvidas especificamente para a construção civil que aplicam os conceitos da Teoria das Restrições. Este é o caso do Integrated Production Scheduler (SHEN et al., 2000; CHUA et al., 1999). O desenvolvimento deste aplicativo mostra que os conceitos da Teoria das Restrições são aplicáveis à construção civil, confirmando um dos pressupostos deste trabalho.

Resolver a questão da programação é o primeiro enfoque da Teoria das Restrições no tocante a administração da produção. Na próxima seção será discutido o segundo enfoque, que é a sincronização da produção.

5.3.3 Sincronização da Produção

A Teoria das Restrições sincroniza a produção através da utilização do método tambor-pulmão-corda. Utilizada na programação da produção, emprega basicamente os três primeiros passos do procedimento de focalização (*identificar, explorar e subordinar*) citado anteriormente. Esta técnica está fundamentada em nove princípios (CORRÊA & GIANESI, 1993):

- balanceamento do atravessamento não da capacidade;
- utilização dos recursos que não representam gargalos é determinada pela restrição, ou gargalo, do sistema produtivo;
- utilização e ativação³⁵ podem ser diferentes;
- uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida no sistema produtivo como um todo;
- economias de tempo nos recursos que não representam gargalo não são relevantes para o sistema produtivo como um todo;
- atravessamento e inventário são governados pelos gargalos;
- lotes de transferência e de processamento podem ser diferentes;
- lote de processamento deve ser variável;
- a programação é ajustada pela análise simultânea de todas as restrições.

A lógica de programação a ser seguida é identificar os gargalos/RRC e começar a programação das atividades por estes recursos, definindo a melhor seqüência e as prioridades, em seguida os gargalos/RRC devem ser protegidos contra a atuação da incerteza, através dos pulmões.

Segundo HOWELL et al. (1993), a sincronização da produção na indústria da construção civil passa pela identificação do grau de interação existente entre os processos, pacotes de trabalho e atividades, pois quanto maior a interação, maior os efeitos da variabilidade e incerteza, conseqüentemente maior a necessidade de proteger a produção com estoques estratégicos, os pulmões. Ainda segundo os mesmos autores, os custos associados a sincronização e balanceamento da produção envolvem o estabelecimento de um ambiente estável, coleta de informações, eliminação de fontes de variações, disponibilização de um excesso de capacidade para os recursos e eliminação de defeitos em produtos intermediários.

Outra modificação introduzida pela Teoria das Restrições é em relação às medições de desempenho, que será abordada na próxima seção.

5.4 ANÁLISE DE DESEMPENHO

Os sistemas tradicionais de medição, em geral, são voltados para a eficiência local dos processos, sem mostrar os resultados sobre o desempenho global (DETTMER, 1995). O progresso de um projeto é medido comparando o montante de trabalho, ou investimento realizado, com o montante que ainda resta, porém o problema é que esta forma de medição não diferencia o trabalho que foi realizado no caminho crítico do que foi realizado nos outros

³⁵ chama-se de ativação a utilização de um recurso que não respeita as restrições (CORRÊA & GIANESI, 1993)

caminhos, incentivando o gerente a começar e continuar sem foco, pois o atraso em um caminho é compensado pelo avanço em outro (GOLDRATT, 1998).

Para GOLDRATT (1998) a forma de medir o desempenho deve estar baseado em dois critérios:

- os resultados das medições devem induzir as partes/departamentos do sistema a fazer o que for melhor para o todo e não exclusivamente para si;
- os resultados das medições devem ser capazes de direcionar os gerentes para os pontos que realmente necessitam de atenção.

Observando estes critérios, o mais consistente é primeiro, que envolve uma mudança cultural, ao mudar o foco do local para o todo. Quanto ao segundo critério, a questão é o que medir, de forma que as melhores escolhas conduzirão aos melhores indicadores para o sistema.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser visto, a Teoria das Restrições altera a base conceitual empregada no gerenciamento de projetos e administração da produção ao introduzir o gerenciamento das restrições e o procedimento de enfocar. Apesar de serem encontrados na literatura relatos de que a Teoria das Restrições apresentou bons resultados (LEACH, 1999), ainda não se sabe qual será o comportamento desta teoria em projetos da indústria da construção. Desta forma, analisar e adaptar os conceitos desta teoria constituem a ponte para aplicação da Teoria das Restrições na indústria da construção civil.

No entanto, a maior dificuldade para aplicar a Teoria das Restrições não está nos seus conceitos, mas sim nas diferenças entre a indústria da construção civil e as indústria manufatureira em geral, que tem fluxos bem mais estáveis, estruturas de produto bem definidas, produção baseada em máquinas e natureza predominantemente repetitiva.

6. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

Este capítulo apresenta o empreendimento escolhido para o estudo, as simulações realizadas e seus resultados. Sendo assim, este capítulo está organizado da seguinte forma:

- o empreendimento;
- estudo preliminar: programação e simulação de 1 casa;
- programação e simulação de 20 casas.

Em função do número de atividades que constituem o empreendimento completo, aproximadamente 900 atividades, optou-se por fazer um estudo preliminar considerando apenas uma casa, que tem 49 atividades. Depois deste estudo preliminar, o empreendimento foi analisado com todas as suas atividades.

Os resultados para cada uma destas simulações serão apresentados nas seções que se seguem. No final do capítulo é apresentado um resumo destes resultados e o posicionamento do pesquisador frente ao observado.

6.1 O EMPREENDIMENTO SELECIONADO

Como já foi citado anteriormente, o empreendimento escolhido para realização deste trabalho foi um conjunto residencial com vinte (20) casas. As figuras abaixo foram extraídas do projeto arquitetônico e caracterizam esta obra.

De posse dos projetos arquitetônico e complementares, foram iniciadas as etapas de orçamento e programação da obra.

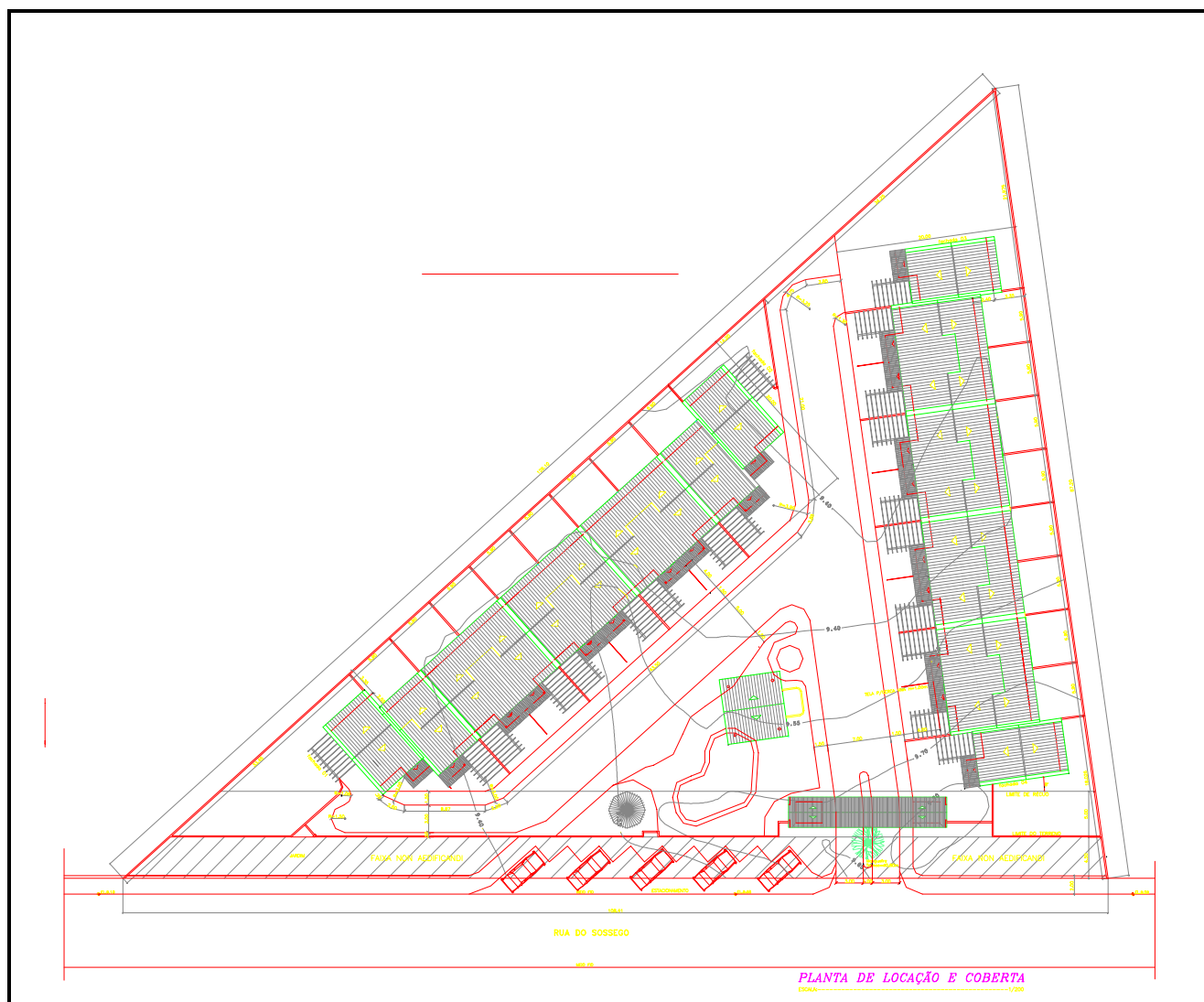


Figura 6.1 -Planta de situação do empreendimento

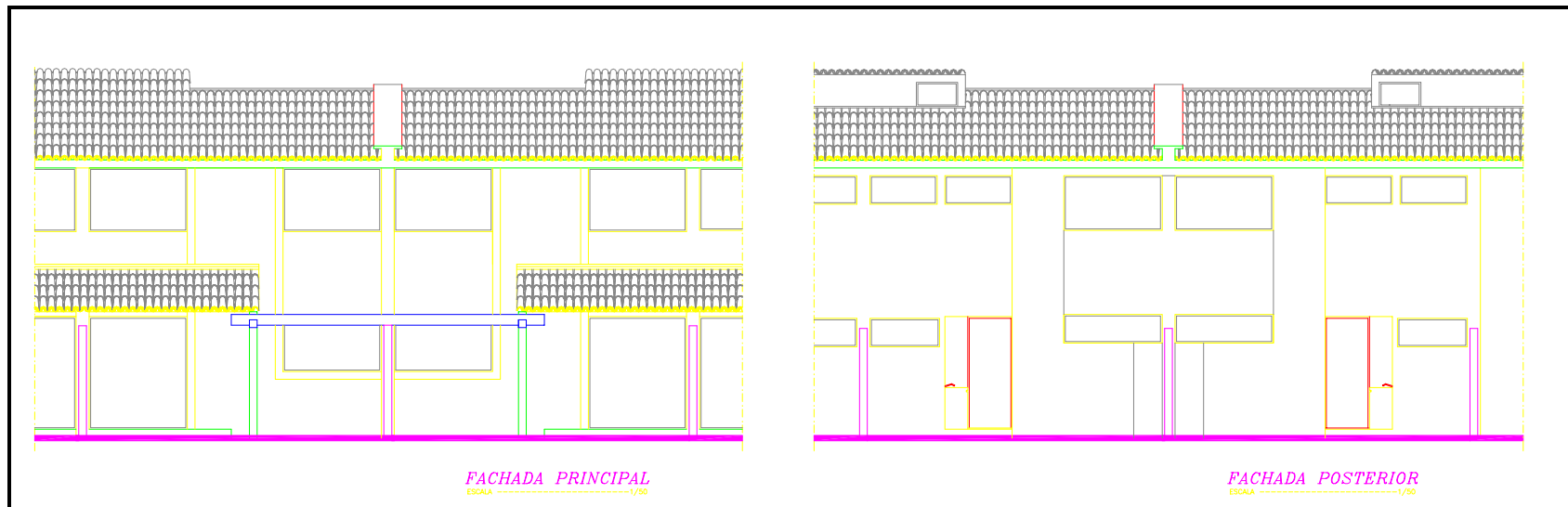


Figura 6.2 -Fachadas do empreendimento

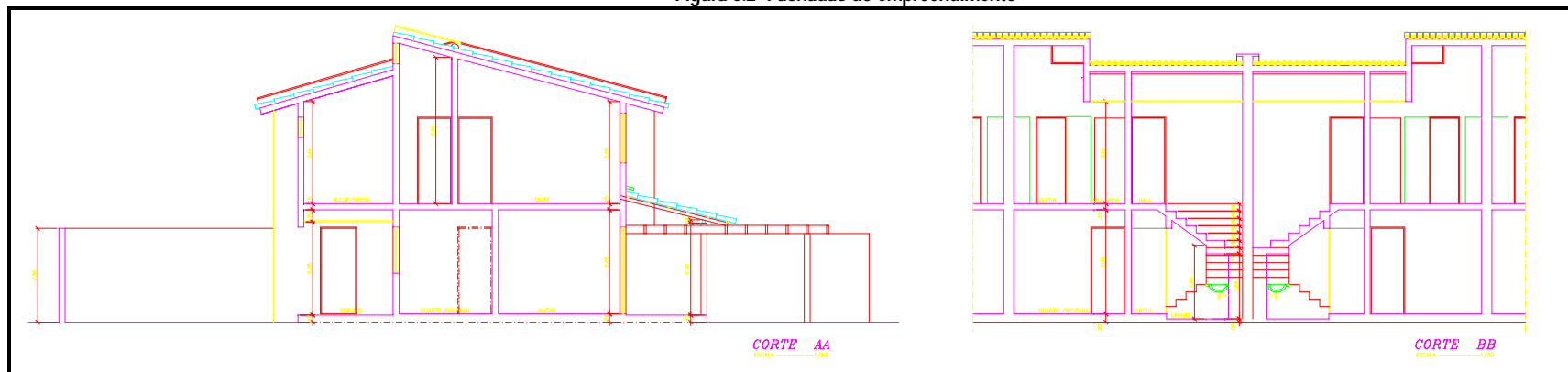


Figura 6.3 -Cortes do empreendimento

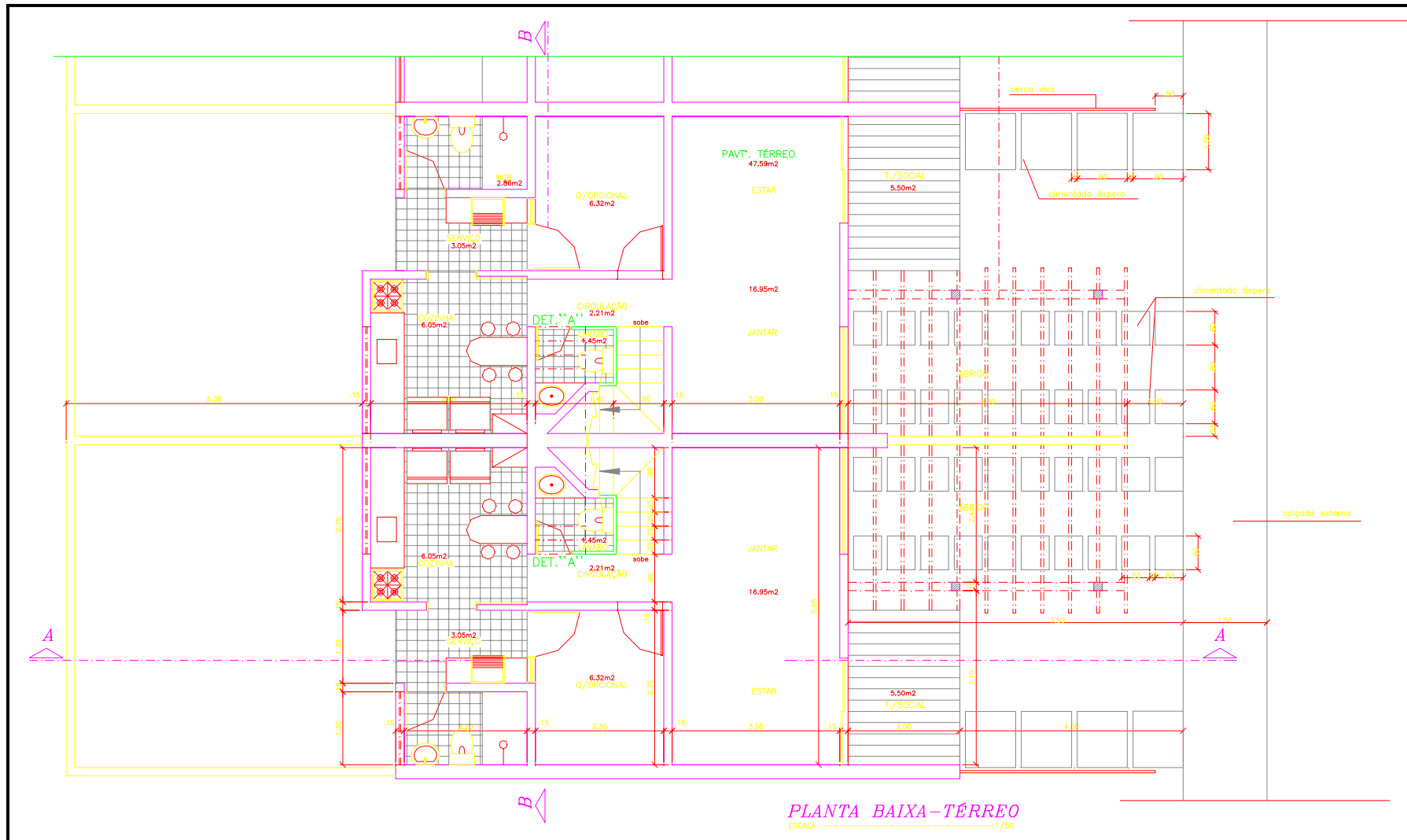


Figura 6.4 - Planta baixa do térreo

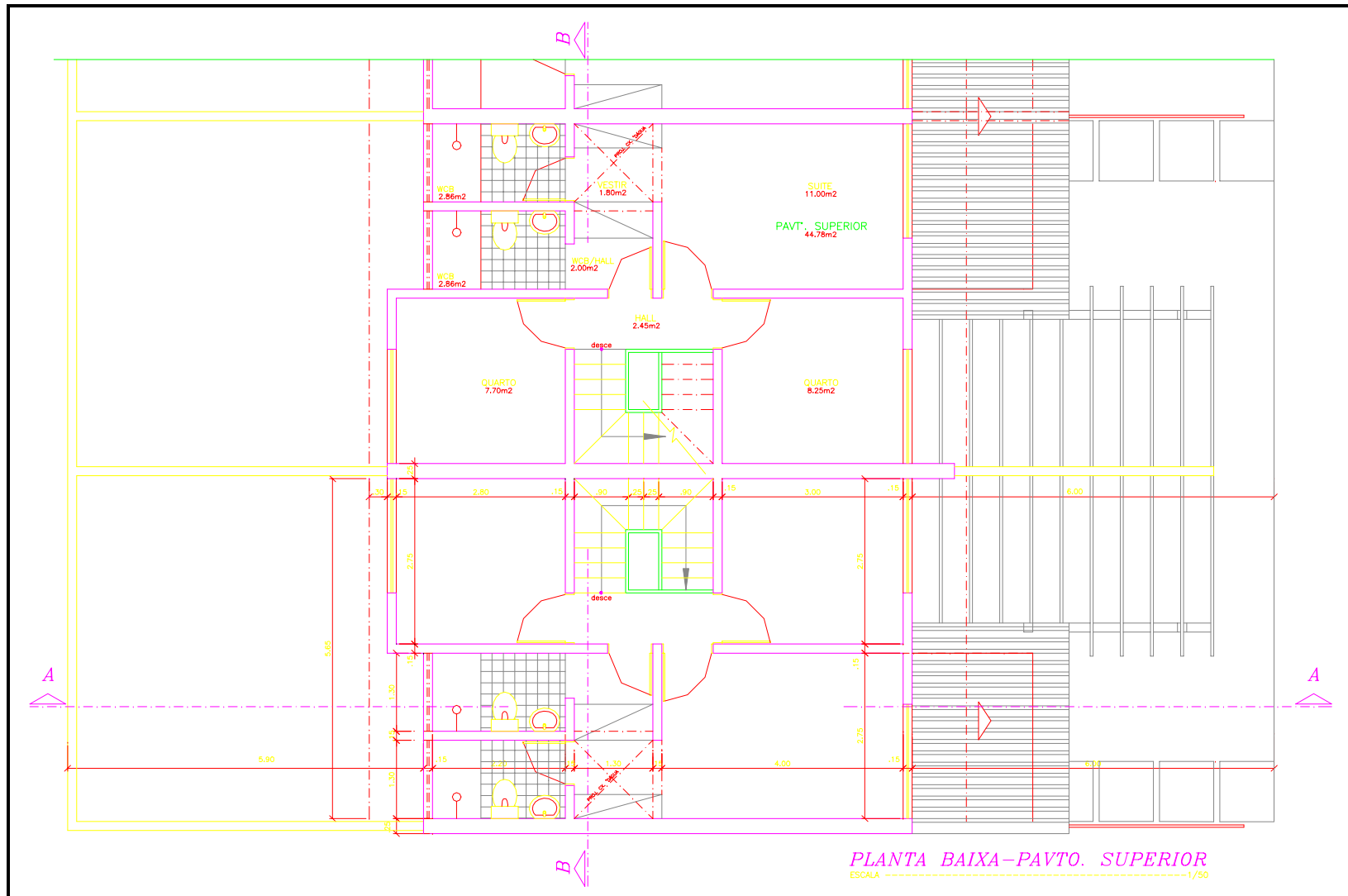


Figura 6.5 -Planta baixa do primeiro pavimento

6.2 ORÇAMENTO E PROGRAMAÇÃO

Para o desenvolvimento da programação deste empreendimento eram necessárias informações detalhadas geradas no orçamento da obra. Como estas informações haviam sido geradas na empresa construtora com adequado detalhamento, optou-se por utilizar esses resultados. Para isto, a empresa forneceu as planilha de preços (ANEXO I) e o relatório de composições dos serviços (parcialmente reproduzido no ANEXO II).

Desejando realizar a programação da obra para que um efetivo controle pudesse ser realizado, os serviços contidos no orçamento discriminado foram analisados com o objetivo de adequá-los ao conceito de atividade. Esta "tradução" dos serviços do orçamento para as atividades da programação foi realizada com base nos estudos de SCHMITT (1998).

Uma vez definidas as atividades que integram a programação, determinam-se as durações iniciais das atividades com base nas composições unitárias de custo. Destas composições foram extraídos os recursos e quantidades de horas necessárias para cada atividade, que conduziram à composição das equipes e durações definitivas das atividades. A programação termina com a definição da rede de precedências e cálculo do caminho crítico. É importante deixar claro que, apesar do empreendimento selecionado ter uma natureza repetitiva, são 20 casas idênticas, motivo suficiente para utilização da linha de balanço como técnica de programação, esta não foi a técnica escolhida para servir de base para programação. A escolha das redes de precedências vem, exclusivamente, do fato de que a aplicação da Teoria das Restrições no gerenciamento de projetos utiliza justamente esta técnica (GOLDRATT, 1998) e não a linha de balanço.

O conhecimento do caminho crítico é o ponto de partida para a aplicação da Teoria das Restrições e simulação das redes. Como já foi dito anteriormente, a aplicação da Teoria das Restrições ficou restrita a introdução dos pulmões e seu gerenciamento. Nas próximas seções serão apresentadas as simulações da rede convencional, introdução dos pulmões, simulação das redes com pulmões e gerenciamento dos pulmões.

6.3 ESTUDO PRELIMINAR: SIMULAÇÃO DE UMA CASA

6.3.1 Programação

A rede de precedências para uma única casa está apresentada na Figura 6.6. As atividades constituintes estão relacionadas na Tabela 6.1.

Calculando o caminho crítico (Figura 6.7) com o auxílio do Probabilistic CPM Add-On para o STROBOSCOPE Simulation System, chega-se a uma duração mínima de 68 dias e um custo de R\$ 22.414,08. Durações, folgas e custos por atividade estão na Tabela 6.1.

Sendo assim, com a aplicação da Teoria das Restrições, a rede de precedências mostrada na Figura 6.6, é alterada e assume a forma apresentada na Figura 6.8. Conforme indica GOLDRATT (1998), foram inseridos pulmões de convergência (neste projeto foram sete), nas junções entre caminhos não críticos e o caminho crítico, e um pulmão de projeto, no final do caminho crítico.

As dimensões iniciais dos pulmões de convergência, como sugere GOLDRATT (1998), foram baseadas na análise das folgas de cada ramificação não crítica, ao invés das atividades não críticas como sugeriram HOEL & TAYLOR (1999). Neste ponto se considerou como folga da ramificação a menor folga encontrada entre as atividades da ramificação. Porém, como o processo de dimensionamento dos pulmões é um processo iterativo, esta modificação não traz complicações para o processo, pois é apenas um valor inicial diferente. Já a dimensão do pulmão de projeto seguiu as orientações destes autores. As dimensões iniciais dos pulmões de convergência estão apresentadas na Tabela 6.2.

6.3.2 Simulação das redes

Para o cálculo do caminho crítico e definição dos pulmões acima descritos, as atividades tiveram suas durações tratadas de forma determinística. Para realizar as simulações foi necessário incorporar a variabilidade dentro destas durações. Como não existem dados de controle efetivo de obras a respeito da variabilidade da duração destas atividades (FENTE et al., 1999; LEACH, 1999), esta foi incorporada através de duas novas estimativas de tempo, uma otimista e outra pessimista (Tabela 6.3), que seguiram as orientações de OGERSHOK (1999).

Considerando a variabilidade das durações das atividades entre os limites otimista e pessimista, a rede convencional, sem pulmões, foi simulada 1000 vezes³⁶, com o auxílio do Probabilistic CPM Add-On para o STROBOSCOPE Simulation System. A análise dos resultados destas simulações foram a base para o dimensionamento inicial do pulmão de projeto. Os resultados encontrados foram:

- duração média do projeto de 76,07 dias, implicando em um atraso de 8,07 dias. Considerando um nível de confiança de 90%, a duração do projeto ficará contida no intervalo de 76,06 dias a 76,08 dias;
- custo médio de R\$ 23.237,73, acarretando um prejuízo de R\$ 823,65. Tb considerando um nível de confiança de 90%, o custo de execução estará dentro do intervalo que vai de R\$ 23.236,30 a R\$ 23.239,16.

³⁶ segundo LAW & KELTON (1991), o número mínimo de replicações necessário é função do nível de confiança e erro absoluto desejados. No ANEXO III: está apresentado o cálculo do erro absoluto obtido para um nível de confiança de 99%.

Conforme HOEL & TAYLOR (1999), a dimensão inicial do pulmão de projeto deve ser função do atraso total que o empreendimento poderá ter. Como o atraso médio simulado foi de 8,07 dias, considerou-se adequada a dimensão inicial de 8 dias para o pulmão de projeto. Isto possibilitou o início das simulações da rede com os pulmões e do processo de redimensionamento dos pulmões.

Tabela 6.1 -Atividades que integram a programação de uma casa

NOME	DESCRIÇÃO	Duração (dias)	Folga (dias)	Custo (R\$)
Ativ1	Locação da obra	1.00	0.00	186.00
Ativ3	Escavação manual de valas em solo não-rochoso sem escoramento	1.00	0.00	38.46
Ativ4	Compactação com pilão	1.00	0.00	44.74
Ativ5	Lastro em concreto magro	2.00	0.00	73.80
Ativ6	Preparo de formas para elementos de fundação em concreto	2.00	2.00	23.77
Ativ7	Instalação de formas para elementos de fundação em concreto	2.00	0.00	23.77
Ativ8	Concreto para elementos de fundação	2.00	0.00	508.68
Ativ9	Desforma	1.00	0.00	23.77
Ativ10	Embasamento	2.00	0.00	267.19
Ativ11	Transporte de materiais de ou para movimento de terra	2.00	0.00	538.43
Ativ12	Reaterro de valas ou escavações	1.00	0.00	8.89
Ativ13	Montagem de pilares pré-fabricados	1.00	0.00	174.85
Ativ14	Execução de alvenaria em blocos de concreto (térreo)	3.00	0.00	810.44
Ativ15	Preparo de formas para vigas	2.00	1.00	332.12
Ativ16	Instalação de formas para vigas com escoramento tradicional	2.00	0.00	332.12
Ativ17	Dobramento de armaduras para vigas em concreto armado	1.00	4.00	239.60
Ativ18	Preparo e aplicação de concreto para elementos em geral em concreto armado	1.00	0.00	253.63
Ativ19	Execução de lajes pré-fabricadas (térreo)	1.00	0.00	832.55
Ativ20	Cura do concreto	3.00	0.00	0.00
Ativ22	Execução de alvenaria em blocos de concreto (1o pvto)	4.00	0.00	1212.52
Ativ23	Execução de lajes pré-fabricadas	1.00	0.00	1085.69
Ativ24	Cura do concreto	3.00	26.00	0.00
Ativ25	Cobertura com telha cerâmica	2.00	26.00	395.60
Ativ26	Rufos para cobertura em geral	3.00	26.00	195.16
Ativ27	Abertura de rasgos para embutir eletrodutos	1.00	2.00	179.60
Ativ28	Instalação de eletrodutos e conexões (instalações elétricas, telefone e antena) embutidos em alvenarias	3.00	2.00	538.81
Ativ29	Instalação de quadros e caixas de embutir das instalações elétrica, telefônicas e de antena	2.00	2.00	359.21
Ativ30	Enchimento de rasgos para instalações elétricas, de telefonia e de antena	1.00	2.00	179.60

(Continuação da Tabela 6.1)

NOME	DESCRIÇÃO	Duração (dias)	Folga (dias)	Custo (R\$)
Ativ31	Abertura de rasgos para embutir tubulações de água	1.00	0.00	33.38
Ativ32	Instalação de tubulações, conexões, válvulas e registros para instalações de água	2.00	0.00	66.75
Ativ33	Instalação de tubulações e conexões internas para esgoto sanitário	2.00	0.00	66.75
Ativ34	Execução de contrapiso	3.00	0.00	303.98
Ativ35	Enchimento de rasgos para instalações de água	1.00	0.00	33.38
Ativ36	Reboco paulista externo	3.00	16.00	378.45
Ativ37	Pintura externa (textura)	3.00	16.00	366.36
Ativ38	Reboco interno	3.00	0.00	901.15
Ativ39	Colocação de portas e janelas de madeira - porta pronta	1.00	0.00	2925.14
Ativ40	Aplicação de azulejos com argamassa	3.00	0.00	1553.14
Ativ41	Revestimento de pisos com material cerâmico	3.00	0.00	1340.05
Ativ42	Instalação de lavatórios, bacias sanitárias, mictórios e bidês	1.00	10.00	1040.21
Ativ43	Instalação de tanques de lavar e tampos para cozinha e banheiro	1.00	10.00	627.65
Ativ44	Instalação de metais sem acabamento	1.00	10.00	380.76
Ativ45	Acabamento de soleiras	1.00	0.00	65.77
Ativ46	Pintura interna - 1ª demão	3.00	0.00	738.81
Ativ47	Execução de enfição e de instalação de pontos sem acabamento - instalações elétricas, telefônicas e de antena	3.00	0.00	603.86
Ativ48	Pintura interna - 2ª demão	3,00	0,00	738,81
Ativ49	Pintura de esquadrias	2,00	0,00	297,84
Ativ50	Instalação de acabamento de metais	1,00	0,00	372,58
Ativ52	Execução de aterramento	1,00	0,00	94,40
Ativ53	Instalação de conjunto motor-bomba para sistemas de água e esgoto cloacal	1,00	0,00	574,52
Ativ54	Limpeza da construção	3,00	0,00	51,34
Total				22.414,08

Tabela 6.2 -Dimensões iniciais dos pulmões de convergência

RAMIFICAÇÃO	ATIVIDADES DA RAMIFICAÇÃO (folga)	PULMÃO	DIMENSÃO INICIAL (dias)
1	Ativ6_1 (2)	PC1	2
2	Ativ15_1 (1)	PC2	1
3	Ativ17_1 (4)	PC3	4
4	Ativ25_1 (26) e Ativ26_1 (26)	PC4	26
5	Ativ36_1 (16) e Ativ37_1 (16)	PC5	16
6	Ativ27_1 (2), Ativ28_1 (2), Ativ29_1 (2) e Ativ30_1 (2)	PC6	2
7	Ativ42_1 (10), Ativ43_1 (10) e Ativ44_1 (10)	PC7	10

Tabela 6.3 – Incorporação de variabilidade nas estimativas de tempo

NOME	DESCRIÇÃO	Duração Otimista (dias)	Duração (dias)	Duração Pessimista (dias)
Ativ1	Locação da obra	0,75	1,00	2,00
Ativ3	Escavação manual de valas em solo não-rochoso sem escoramento	0,75	1,00	2,00
Ativ4	Compactação com pilão	0,75	1,00	2,00
Ativ5	Lastro em concreto magro	1,5	2,00	4,00
Ativ6	Preparo de formas para elementos de fundação em concreto	1,5	2,00	4,00
Ativ7	Instalação de formas para elementos de fundação em concreto	1,5	2,00	4,00
Ativ8	Concreto para elementos de fundação	1,5	2,00	4,00
Ativ9	Desforma	0,75	1,00	2,00
Ativ10	Embasamento	1,5	2,00	4,00
Ativ11	Transporte de materiais de ou para movimento de terra	1,5	2,00	4,00
Ativ12	Reaterro de valas ou escavações	0,75	1,00	2,00
Ativ13	Montagem de pilares pré-fabricados	0,75	1,00	2,00
Ativ14	Execução de alvenaria em blocos de concreto (térreo)	2,25	3,00	6,00
Ativ15	Preparo de formas para vigas	1,5	2,00	4,00
Ativ16	Instalação de formas para vigas com escoramento tradicional	1,5	2,00	4,00
Ativ17	Dobramento de armaduras para vigas em concreto armado	0,75	1,00	2,00
Ativ18	Preparo e aplicação de concreto para elementos em geral em concreto armado	0,75	1,00	2,00
Ativ19	Execução de lajes pré-fabricadas (térreo)	0,75	1,00	2,00
Ativ20	Cura do concreto		3,00	
Ativ22	Execução de alvenaria em blocos de concreto (1o pvto)	3,00	4,00	8,00
Ativ23	Execução de lajes pré-fabricadas	0,75	1,00	2,00
Ativ24	Cura do concreto		3,00	
Ativ25	Cobertura com telha cerâmica	1,5	2,00	4,00
Ativ26	Rufos para cobertura em geral	2,25	3,00	6,00
Ativ27	Abertura de rasgos para embutir eletrodutos	0,75	1,00	2,00
Ativ28	Instalação de eletrodutos e conexões (instalações elétricas, telefone e antena) embutidos em alvenarias	2,25	3,00	6,00
Ativ29	Instalação de quadros e caixas de embutir das instalações elétrica, telefônicas e de antena	1,5	2,00	4,00
Ativ30	Enchimento de rasgos para instalações elétricas, de telefonia e de antena	0,75	1,00	2,00
Ativ31	Abertura de rasgos para embutir tubulações de água	0,75	1,00	2,00
Ativ32	Instalação de tubulações, conexões, válvulas e registros para instalações de água	1,5	2,00	4,00

(continuação da Tabela 6.3)

NOME	DESCRIÇÃO	Duração Otimista (dias)	Duração (dias)	Duração Pessimista (dias)
Ativ33	Instalação de tubulações e conexões internas para esgoto sanitário	1,5	2,00	4,00
Ativ34	Execução de contrapiso	2,25	3,00	6,00
Ativ35	Enchimento de rasgos para instalações de água	0,75	1,00	2,00
Ativ36	Reboco paulista externo	2,25	3,00	6,00
Ativ37	Pintura externa (textura)	2,25	3,00	6,00
Ativ38	Reboco interno	2,25	3,00	6,00
Ativ39	Colocação de portas e janelas de madeira - porta pronta	0,75	1,00	2,00
Ativ40	Aplicação de azulejos com argamassa	2,25	3,00	6,00
Ativ41	Revestimento de pisos com material cerâmico	2,25	3,00	6,00
Ativ42	Instalação de lavatórios, bacias sanitárias, mictórios e bidês	0,75	1,00	2,00
Ativ43	Instalação de tanques de lavar e tampos para cozinha e banheiro	0,75	1,00	2,00
Ativ44	Instalação de metais sem acabamento	0,75	1,00	2,00
Ativ45	Acabamento de soleiras	0,75	1,00	2,00
Ativ46	Pintura interna - 1ª demão	2,25	3,00	6,00
Ativ47	Execução de enfição e de instalação de pontos sem acabamento - instalações elétricas, telefônicas e de antena	2,25	3,00	6,00
Ativ48	Pintura interna -2ª demão	2,25	3,00	6,00
Ativ49	Pintura de esquadrias	1,5	2,00	4,00
Ativ50	Instalação de acabamento de metais	0,75	1,00	2,00
Ativ52	Execução de aterramento	0,75	1,00	2,00
Ativ53	Instalação de conjunto motor-bomba para sistemas de água e esgoto cloacal	0,75	1,00	2,00
Ativ54	Limpeza da construção	2,25	3,00	6,00

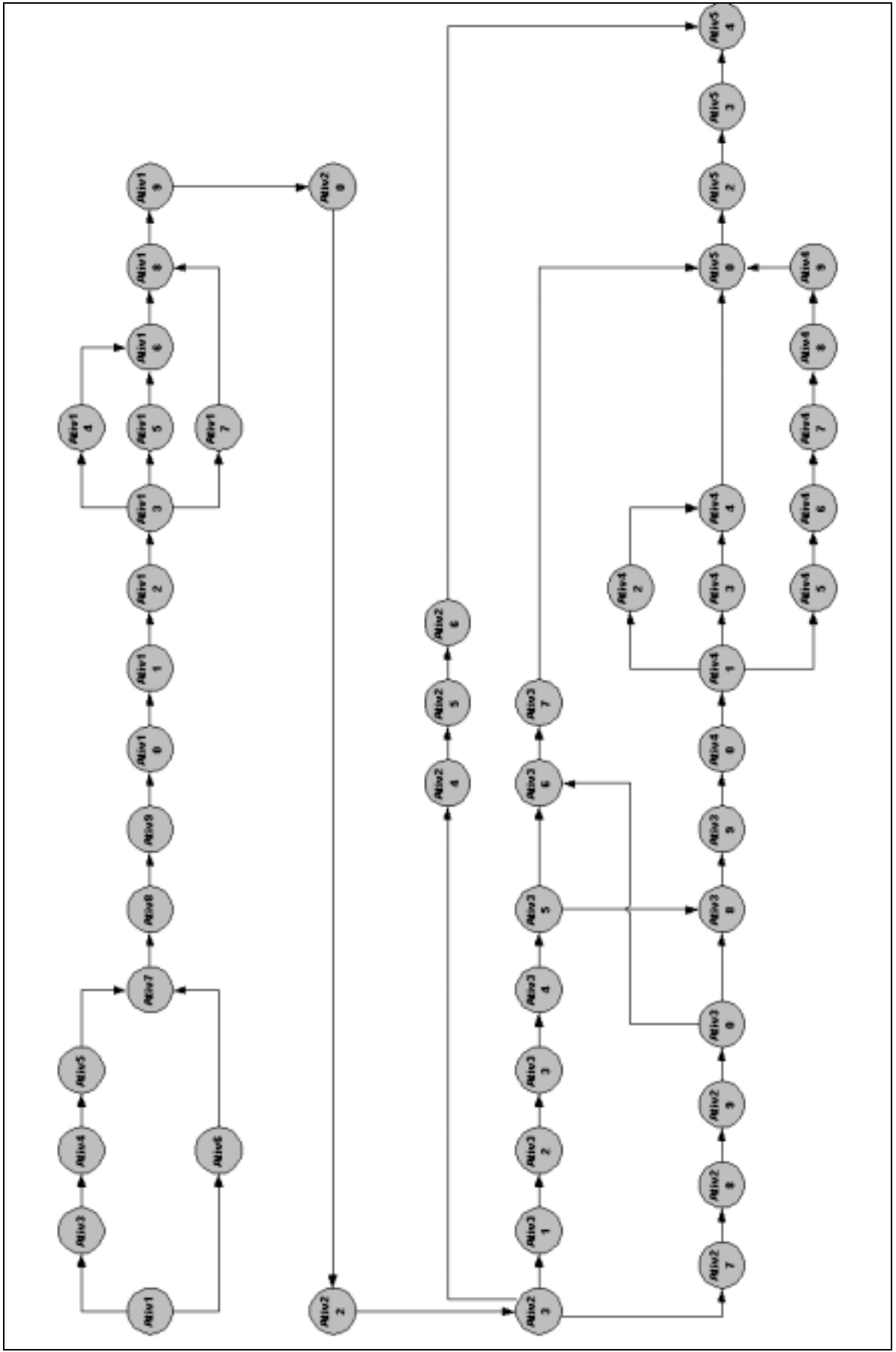


Figura 6.6 - Rede de precedências convencional para uma casa

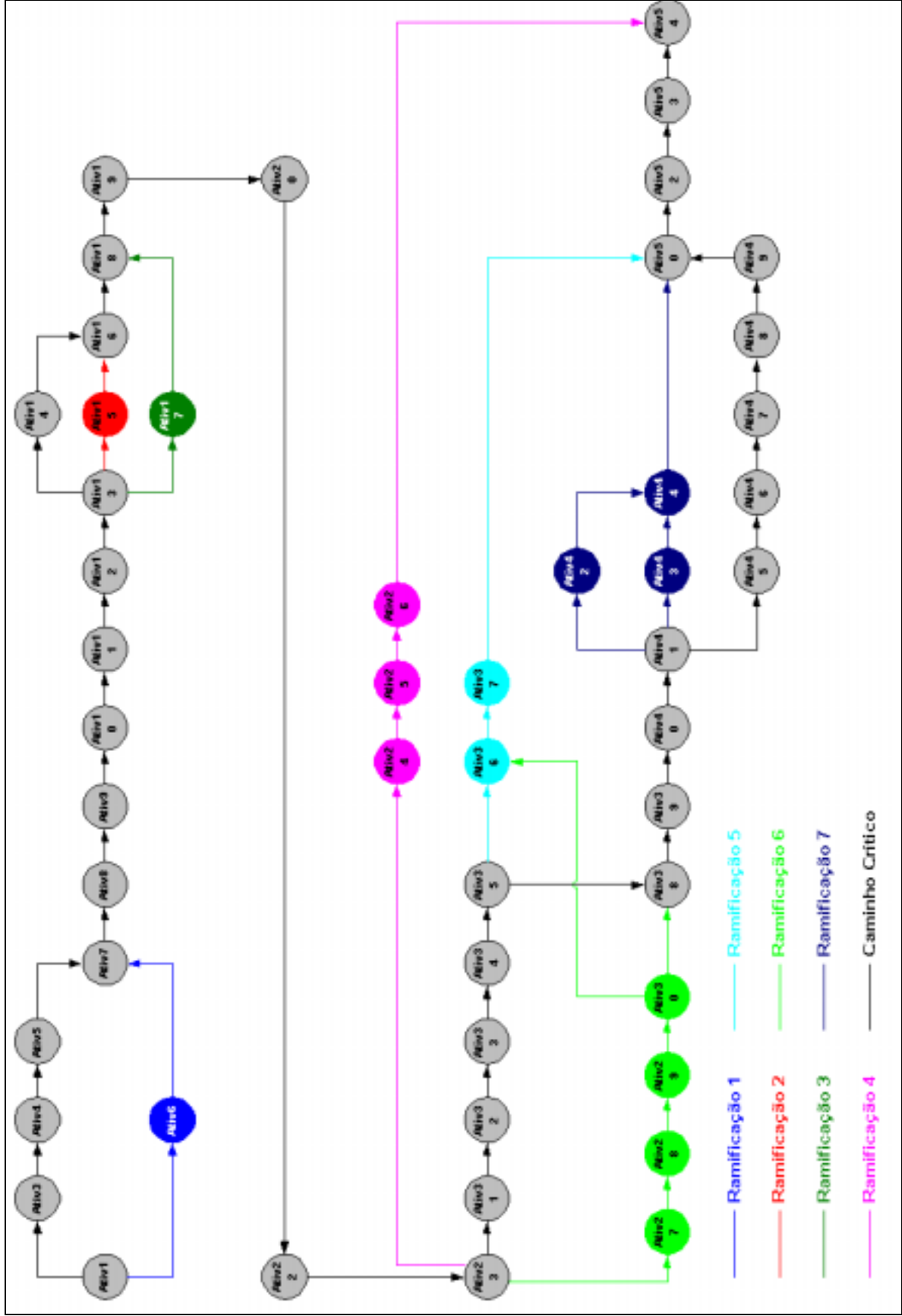


Figura 6.7 –Caminho crítico e ramificações não críticas para uma casa

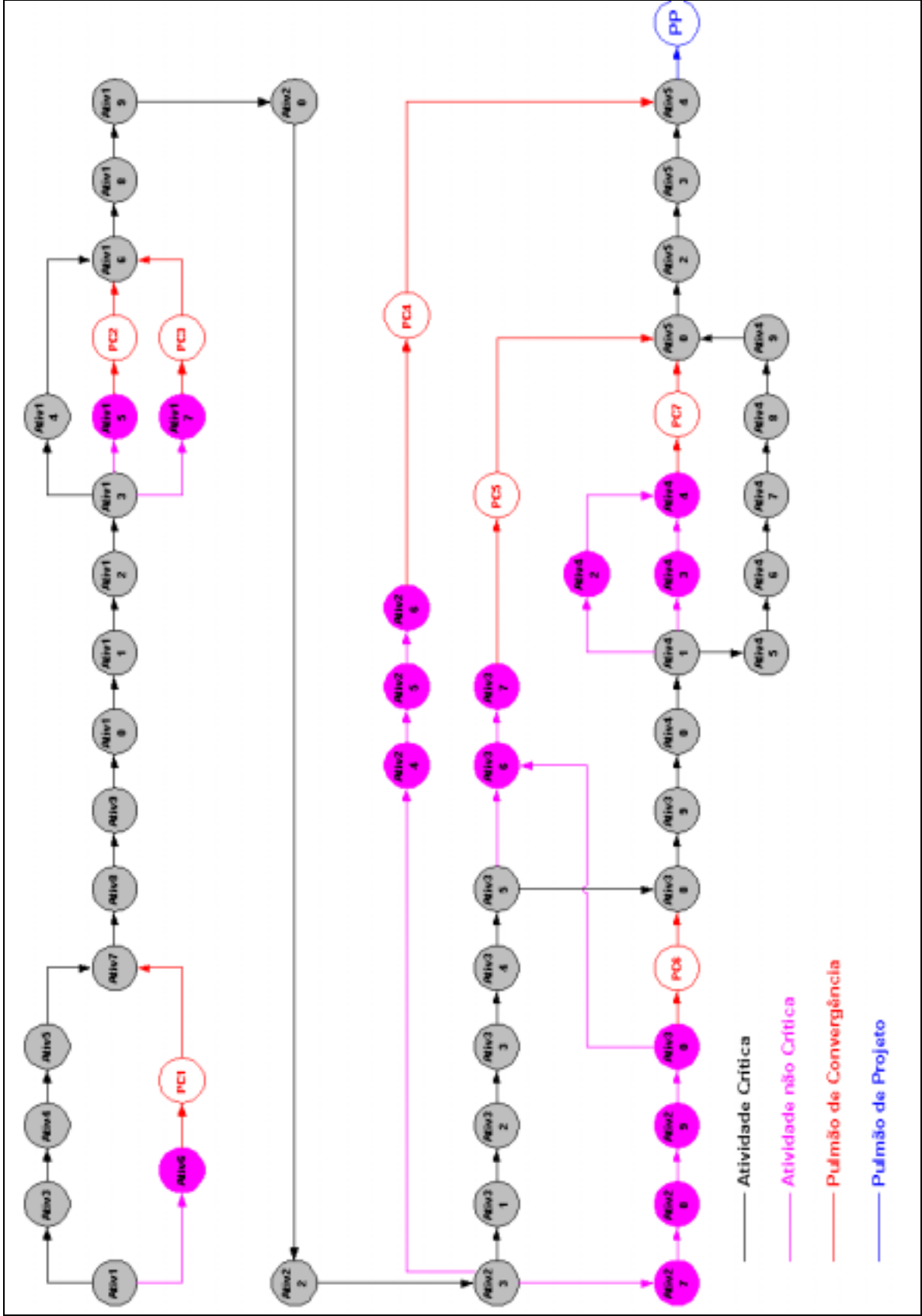


Figura 6.8 – Rede de precedências com pulmões para uma casa

A rede com pulmões foi simulada para redimensionamento dos pulmões (1000 vezes) e, separadamente, para analisar o impacto dos pulmões e seu gerenciamento em empreendimentos da construção civil, outras 1000 vezes. Vale ressaltar que quando os pulmões são inseridos na programação, a data de finalização do projeto muda, saindo da data mínima, obtida do cálculo do caminho crítico, e avançando no tempo o equivalente a dimensão do pulmão de projeto. Isto ocorre porque o pulmão de projeto é considerado como uma atividade, que protege a data de conclusão do projeto. Caso a obra seja finalizada sem que o pulmão de projeto tenha sido completamente consumido, aos seus usuários finais parecerá que ele foi finalizado antes da data prevista.

Os resultados das simulações da rede com os pulmões serão divididos de acordo com os grupos de simulações realizados: redimensionamento e gerenciamento dos pulmões.

6.3.2.1 Redimensionamento dos pulmões

Até esta etapa do trabalho, as únicas informações conhecidas a respeito dos pulmões eram: dimensões iniciais e localização (*função do caminho crítico*) (Figura 6.8). Partindo-se deste ponto e conservando o mesmo grau de variabilidade nas durações das atividades, a rede de precedências com pulmões (*convergência e projeto*) foi simulada para analisar o consumo dos pulmões e a criticalidade de cada atividade. A observação do consumo dos pulmões após cada grupo de 1000 simulações é de fundamental importância para o seu dimensionamento, pois a decisão de intervir, ou não, nas atividades é função do consumo do pulmão correspondente (LEACH, 1999; GOLDRATT, 1998), conforme discutido no capítulo 5. Logo, se o consumo médio de um pulmão, após as 1000 simulações, estiver dentro do primeiro terço do pulmão, significa que este pulmão está superdimensionado. Sendo assim, o pulmão terá sua dimensão alterada para o consumo médio mais um acréscimo de 60%. Este processo se repete até que o pulmão esteja próximo de entrar no terceiro terço, ou seja, próximo de uma situação de intervenção por parte dos gerentes do empreendimento. Caso o consumo já esteja dentro do terceiro terço (*consumo maior que 67%*) sua dimensão permanece inalterada durante as simulações para dimensionamento dos pulmões.

A análise da criticalidade também é importante, porque mostra as situações em que é possível diminuir os atrasos no empreendimento e, conseqüentemente, reduzir os custos por atraso (trechos com criticalidades altas) ou só minimizar os custos por atraso (trechos com criticalidades baixas).

A Tabela 6.4 apresenta os resultados das simulações realizadas para dimensionamento dos pulmões. Observando os dados da simulação 1, percebe-se que a maioria dos pulmões tem consumo inferior a 33,3%, caracterizando superdimensionamento dos mesmos e gerando a necessidade de redimensioná-los. Este redimensionamento levou as dimensões iniciais dos pulmões para os valores utilizados na simulação 2, que por sua vez conduziram os

valores que foram usados na simulação 3, quando os consumos ficaram próximos de uma situação de intervenção (consumo > 67%) e o processo de intervenção foi suspenso.

Tabela 6.4 -Dimensionamento dos pulmões

PULMÃO	SIMULAÇÃO 1		SIMULAÇÃO 2		SIMULAÇÃO 3	
	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO(%)	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO(%)	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO(%)
PC1	2,00	15,75	0,50	46,38	0,37	51,40
PC2	1,00	29,98	0,50	44,89	0,36	50,15
PC3	4,00	3,84	0,25	45,12	0,18	50,38
PC4	26,00	3,11	1,25	55,95	1,12	59,43
PC5	16,00	6,06	1,50	56,11	1,35	59,65
PC6	2,00	52,12	1,67	59,41	1,59	61,33
PC7	10,00	4,81	0,74	59,45	0,70	61,69
PProj	8,00	97,96	8,00	97,96	8,00	98,04

Uma vez dimensionados os pulmões, resta avaliar o desempenho dos pulmões nos empreendimentos da construção civil.

6.3.2.2 Gerenciamento dos pulmões

Depois do dimensionamento ter sido finalizado, simulou-se a rede de precedências para utilizar os pulmões como ferramenta de controle. Os resultados destas simulações estão divididos pelo tipo de pulmão analisado: convergência ou projeto.

Partindo dos dados da simulação 3 (Tabela 6.4), percebe-se que só há necessidade de intervir nas atividades do caminho crítico, entretanto, com o nível de consumo que cada um dos pulmões de convergência apresenta, é conveniente saber o porquê deste consumo (Tabela 6.5).

Observando o consumo do pulmão de projeto, percebe-se a necessidade de intervir nas atividades críticas para reduzir este consumo, e conseqüentemente os atrasos, e os custos por atrasos. As tabelas abaixo apresentam os dados relativos ao gerenciamento dos pulmões, intervenção nas atividades críticas e comportamento do empreendimento diante do gerenciamento dos pulmões.

A zona da Tabela 6.6 que está destacada indica as atividades que necessitam de intervenção (coluna simulação 3), pois estas atividades já iniciaram com mais de dois terços do pulmão de projeto consumido. A questão passa a ser como intervir para que, no mínimo, o consumo médio do pulmão diminua. Nesta situação, considerando apenas o aspecto tempo, as intervenções possíveis devem ser no sentido de diminuir a variabilidade associada a estas atividades. Portanto, melhorar os esforços de planejamento e controle no curto prazo é uma alternativa para

reduzir a variabilidade associada a cada atividade³⁷. Na coluna simulação 4 da Tabela 6.6 estão os resultados das simulações assumindo uma redução na variabilidade das atividades. Esta redução na variabilidade foi introduzida por uma redução na estimativa pessimista de cada atividade, que para a grande maioria das atividades variou entre 1 ou 2 dias. A Tabela 6.7 apresenta um resumo do comportamento do pulmão de projeto. Podemos ver que houve uma redução nos consumos médio e mínimo, representando um ganho de tempo para o empreendimento.

Esta redução no consumo do pulmão de projeto gera impactos perceptíveis no gerenciamento do empreendimento, pois um atraso representa um acréscimo no custo dos recursos pagos por tempo de utilização, como é o caso dos operários e equipamentos. Observando os dados da Tabela 6.8, percebe-se que com o gerenciamento dos pulmões foi possível reduzir o atraso (*medido em relação à duração mínima do caminho crítico*) na finalização do empreendimento em quase três dias, resultando em uma economia de R\$ 334,21 (*1,44% do montante gasto sem os pulmões*). Apesar da economia alcançada com a Teoria das Restrições ter sido discreta, ela permitiu uma redução de 40,58% nos custos por atraso.

Tabela 6.5 - Gerenciamento dos pulmões de convergência

PULMÃO	ATIVIDADES CONVERGENTES	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO (%)	MOTIVO
PC1	Ativ6_1	0,37	51,40	Atrasos na atividade Ativ6_1
PC2	Ativ15_1	0,36	50,15	Atrasos na atividade Ativ15_1
PC3	Ativ17_1	0,18	50,38	Atrasos na atividade Ativ17_1
PC4	Ativ25_1 e Ativ26_1	1,12	59,43	Maiores atrasos na atividade Ativ26_1
PC5	Ativ36_1 e Ativ37_1	1,35	59,65	Atrasos nas atividades Ativ6_1 e Ativ27_1, que têm a mesma duração e variabilidades semelhantes
PC6	Ativ27_1, Ativ28_1, Ativ29_1 e Ativ30_1	1,59	61,33	Atrasos na atividade Ativ28_1, responsável, sozinha, por um consumo de 23,90% do pulmão, colocando o consumo acumulado dentro do segundo terço, zona de identificação de problemas e alternativas.
PC7	Ativ42_1, Ativ43_1 e Ativ44_1	0,70	61,69	Atrasos nas atividades Ativ42_1 e Ativ43_1, que são paralelas e consomem o pulmão de convergência com maior rapidez.

Entretanto, estes resultados poderiam ser melhores se fosse possível intervir mais cedo nas atividades, pois como o número de atividades que convergem para o pulmão de projeto é relativamente grande, conseqüentemente, o número de atividades que necessitam de intervenção também é grande, o que dificulta a obtenção de resultados melhores. Sendo assim, dividir o pulmão de projeto em dois e distribuí-los dentro da rede de precedências pode

³⁷ vale lembrar que na seção incerteza e variabilidade na construção civil do capítulo II desta dissertação, encontra-se uma discussão mais detalhada sobre este tema, incluindo várias alternativas para redução da incerteza e variabilidade.

ser uma boa alternativa. A Figura 6.9 apresenta o formato final da rede considerando dois pulmões de projeto. Simulando esta rede, encontramos os seguintes resultados (Tabela 6.9 e Tabela 6.10):

Tabela 6.6 -Gerenciamento do pulmão de projeto

ATIVIDADE	SIMULAÇÃO 3		SIMULAÇÃO 4	
	CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)	CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)
Ativ1	1,91	-	1,91	-
Ativ3	1,79	3,70	1,79	3,70
Ativ4	1,98	5,68	1,98	5,68
Ativ5	3,86	9,54	3,86	9,54
Ativ7	3,73	13,27	3,73	13,27
Ativ8	3,78	17,05	3,78	17,04
Ativ9	1,90	18,94	1,90	18,94
Ativ10	3,94	22,88	3,94	22,88
Ativ11	3,69	26,56	3,69	26,56
Ativ12	1,98	28,56	1,98	28,56
Ativ13	2,00	30,56	2,00	30,56
Ativ14	5,74	36,30	5,74	36,30
Ativ16	4,04	40,34	4,04	40,34
Ativ18	2,10	42,44	2,10	42,44
Ativ19	1,97	44,42	0,97	43,41
Ativ20	0,00	44,42	0,00	43,41
Ativ22	7,93	52,35	7,94	51,35
Ativ23	2,01	54,36	2,01	53,36
Ativ31	1,87	56,23	1,86	55,22
Ativ32	3,91	60,14	3,91	59,14
Ativ33	3,80	63,94	3,83	62,97
Ativ34	5,37	69,30	2,65	65,61
Ativ35	1,72	71,03	0,84	66,46
Ativ38	5,22	76,24	2,62	69,08
Ativ39	1,60	77,84	0,86	69,93
Ativ40	4,52	82,35	2,48	72,41
Ativ41	3,62	85,97	2,49	74,90
Ativ45	1,28	87,25	0,83	75,74
Ativ46	2,83	90,08	2,92	78,66
Ativ47	2,46	92,54	2,96	81,62
Ativ48	2,00	94,54	2,84	84,46
Ativ49	1,08	95,62	1,26	85,72
Ativ50	0,54	96,16	0,66	86,38
Ativ52	0,46	96,62	0,60	86,99
Ativ53	0,39	97,01	0,60	87,59
Ativ54	0,95	97,96	1,80	89,38

Tabela 6.7 -Consumo do pulmão de projeto

CONSUMO	SIMULAÇÃO 3	SIMULAÇÃO 4
---------	-------------	-------------

Mínimo (%)	54,05	41,47
Médio (%)	97,96	89,38
Máximo (%)	100,00	100,00

Tabela 6.8 -Comportamento do empreendimento com gerenciamento dos pulmões

	DETERMINÍSTICO	PROBABILÍSTICO	COM PULMÕES (simulação 4)
Duração (dias)	68,00	76,07	73,61
Intervalo de confiança para duração (90%)	-	[76,06;76,08]	[73,605;73,615]
Custo (R\$)	22.414,08	23.237,73	22.903,52
Intervalo de confiança para custo (90%)	-	[23.236,30;23.239,16]	[22.902,38;22.904,66]
Atraso	-	8,07	5,61
Custos por atraso	-	823,65	489,44

Tabela 6.9 -Gerenciamento do pulmão de projeto 1 para uma casa

ATIVIDADE	SIMULAÇÃO 5		SIMULAÇÃO 6	
	PARCELA DE CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)	PARCELA DE CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)
Ativ1	3,82		3,82	
Ativ3	3,58	7,40	3,58	7,40
Ativ4	3,96	11,36	3,96	11,36
Ativ5	7,72	19,08	7,72	19,08
Ativ7	7,46	26,54	7,46	26,54
Ativ8	7,55	34,09	7,55	34,09
Ativ9	3,80	37,89	3,80	37,89
Ativ10	7,86	45,75	7,86	45,75
Ativ11	7,26	53,01	7,26	53,01
Ativ12	3,82	56,82	3,81	56,83
Ativ13	3,80	60,63	3,81	60,63
Ativ14	9,78	70,41	4,97	65,60
Ativ16	6,29	76,69	3,43	69,03
Ativ18	3,03	79,77	1,74	70,77
Ativ19	2,62	82,34	1,65	72,42
Ativ20	0,00	82,34	0,00	72,42
Ativ22	7,01	89,36	5,58	77,99

Tabela 6.10 -Gerenciamento do pulmão de projeto 2 para uma casa

ATIVIDADE	SIMULAÇÃO 5		SIMULAÇÃO 6	
	PARCELA DE CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)	PARCELA DE CONSUMO (%)	CONSUMO ACUMULADO (%)
Ativ23	4,03		4,03	
Ativ31	3,75	7,78	3,75	7,785
Ativ32	7,90	15,69	7,90	15,69
Ativ33	7,84	23,53	7,84	23,53
Ativ34	11,30	34,83	11,30	34,83
Ativ35	3,70	38,52	3,69	38,52
Ativ38	11,67	50,20	11,67	50,19
Ativ39	3,70	53,89	3,70	53,89
Ativ40	10,37	64,26	10,37	64,26
Ativ41	8,90	73,16	4,57	68,83
Ativ45	2,92	76,08	1,53	70,35
Ativ46	6,52	82,59	3,94	74,30

Ativ47	5,38	87,98	3,88	78,18
Ativ48	3,94	91,92	3,63	81,80
Ativ49	1,97	93,89	2,27	84,07
Ativ50	1,01	94,90	1,14	85,21
Ativ52	0,82	95,71	1,01	86,22
Ativ53	0,87	96,54	0,94	87,16
Ativ54	1,37	97,91	2,59	89,75

O modelo de simulação 5 serviu para capturar o comportamento da rede com dois pulmões de projeto e identificar as atividades onde é necessário intervir (*atividades destacadas*). Nota-se também que não houve modificações nem na duração, nem nos custos, deixando a expectativa para o comportamento do modelo 6, que incorporará as interferências nas atividades indicadas no modelo 5. A Tabela 6.11 mostra o comportamento dos pulmões em função das modificações feitas, onde podemos ver que houve reduções no consumo dos pulmões de projeto 1 e 2, resultando em economias de tempo e dinheiro, como discutido anteriormente.

Tabela 6.11 - Consumo dos pulmões de projeto para uma casa

PULMÃO	SIMULAÇÃO 5			SIMULAÇÃO 6		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
PProj1:	25,62	89,36	100,00	15,94	77,99	100,00
PProj2:	43,29	97,91	100,00	12,49	89,75	100,00

Entretanto, falta comparar estas economias com as que já tinham sido alcançadas com o gerenciamento de um único pulmão de projeto. Esta comparação é apresentada na Tabela 6.12.

Tabela 6.12 - Comportamento do empreendimento com dois pulmões de projeto

	DETERMINÍSTICO	PROBABILÍSTICO	1 P. PROJETO (simulação 4)	2 P. PROJETO (simulação 6)
Duração (dias)	68,00	76,07	73,61	73,40
Intervalo de confiança para duração (90%)	-	[76,06;76,08]	[73,605;73,615]	[73,39;73,41]
Custo (R\$)	22.414,08	23.237,73	22903,52	22881,94
Intervalo de confiança para custo (90%)	-	[23.236,30;23.239,16]	[22.902,38;22.904,66]	[22.880,79;22.883,09]
Atraso	-	8,07	5,61	5,40
Custos por atraso	-	823,65	489,44	467,86

Com esta nova configuração também se percebeu reduções nos consumos dos pulmões de projeto, conduzindo a economias de tempo (*0,20 dia a menos que com somente um pulmão*) e dinheiro melhores que as anteriores. Do ponto de vista financeiro, na finalização do empreendimento obteve-se uma economia de R\$ 355,79 (1,53% do montante gasto sem os pulmões). Com esta economia, os custos por atraso foram reduzidos em 43,20%.

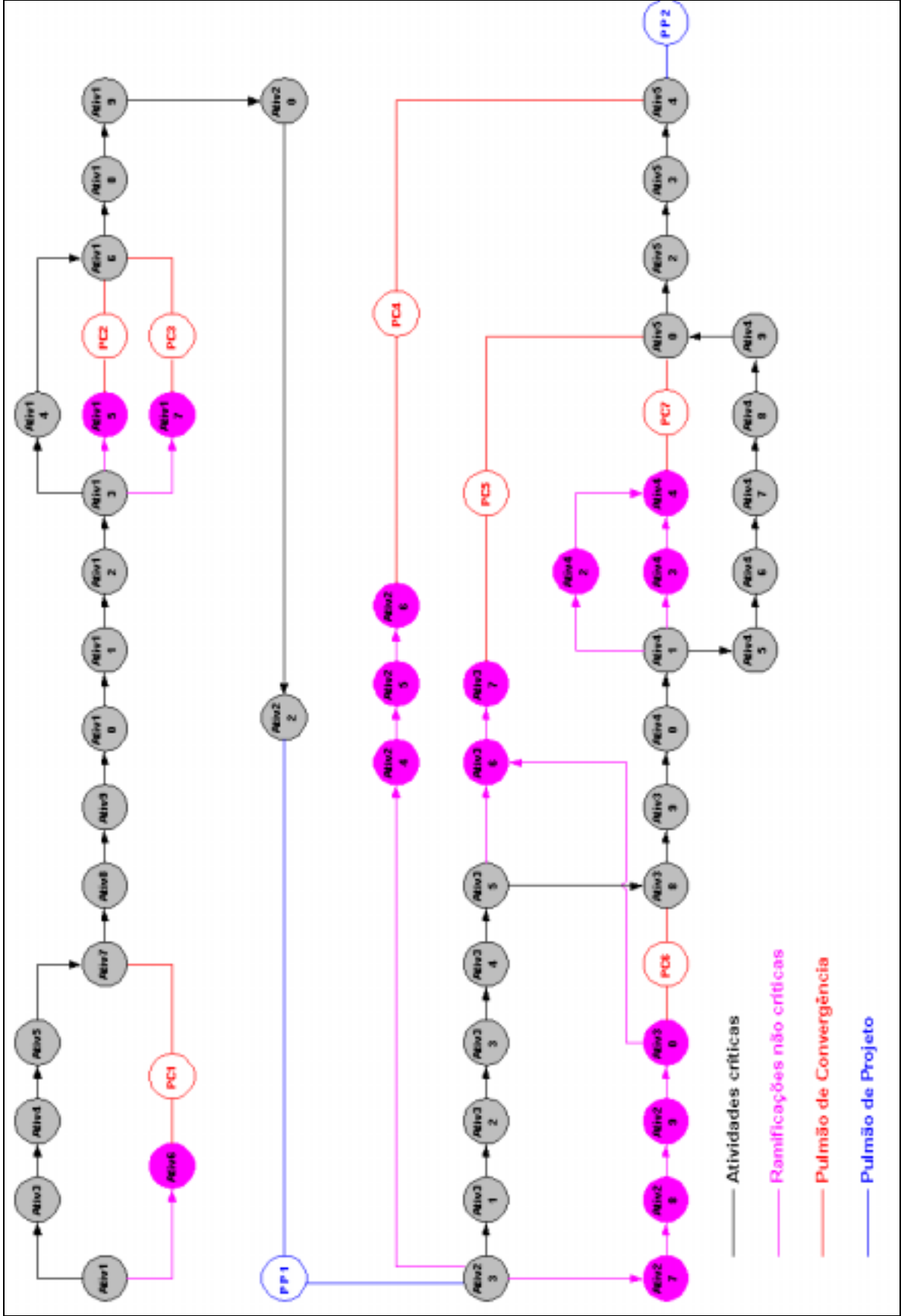


Figura 6.9 - Rede de precedências com mais de um pulmão de projeto

Com base nestes resultados preliminares é possível tirar algumas conclusões a serem confirmadas nas próximas simulações.

6.3.3 Conclusões e considerações sobre o estudo preliminar

Este estudo preliminar forneceu indicativos do comportamento do empreendimento e da Teoria das Restrições. Analisando os resultados deste estudo, as principais conclusões obtidas destes dados são:

- a utilização da simulação como ferramenta foi de grande valia, pois possibilitou a visualização dos impactos da incerteza e variabilidade e do gerenciamento dos pulmões;
- a Teoria das Restrições mostrou ser aplicável e útil no gerenciamento de empreendimentos da indústria da construção civil.

Observando as durações das atividades, percebe-se que a grande maioria delas é inferior a 5 dias úteis. Como o consumo dos pulmões de convergência/projeto é o dado mais importante para a utilização da Teoria das Restrições no gerenciamento de projetos, controlar semanalmente as durações das atividades contribui para manutenção de dados atualizados e confiáveis a respeito dos consumos dos pulmões.

Por outro lado, apesar de não de não haver nenhuma indicação na Teoria das Restrições para divisão do pulmão de projeto, esta alternativa se mostrou mais adequada para o empreendimento estudado do que o uso de um único pulmão de projeto.

6.4 SIMULAÇÃO DE VINTE CASAS

Após o estudo preliminar, o empreendimento foi analisado com todas as atividades pertinentes e seguiu os mesmos passos do estudo preliminar. Os resultados relativos à estas simulações serão apresentados a seguir.

6.4.1 Programação

Como o empreendimento escolhido possui uma natureza repetitiva, pois é composto por vinte casas idênticas, mesmas atividades, com durações e custos iguais, a rede de precedências é praticamente uma repetição da rede criada para uma unidade. Deve entretanto, considerar que as atividades Ativ14 a Ativ24 foram agregadas, deixando de existir dentro de cada unidade para existir como Ativ14_1_10 a Aiv24_1_10 e Ativ14_11_20 a Aiv24_11_20, que agregam as atividades das unidades 1 a 10 e 11 a 20, respectivamente. A notação adotada para representar as atividades as identifica por unidade. Por exemplo: considere a atividade rasgos para embutir eletrodutos, Ativ27 (Tabela 6.1), que acontecerá na unidade 17. Esta atividade será chamada de Ativ27_17, indicando que esta é a atividade de número 27 dentro da unidade 17. De um modo geral, as atividades podem ser representadas da seguinte forma: AtivNum_Uni, onde Num representa o número da atividade e Uni representa a

unidade em que a atividade acontecerá. No ANEXO IV está apresentada a rede de precedências para as atividades do empreendimento com suas vinte casas.

Calculando o caminho crítico para esta rede (mostrado no ANEXO IV), encontramos uma duração mínima de 183 dias e um custo de R\$ 452.320,24. No ANEXO V encontra-se um relatório gerado pelo sistema de simulação com o caminho crítico e custos, folgas, datas e criticalidades por atividade.

Assim, como no estudo preliminar, as folgas e o próprio caminho crítico foram analisados para determinar: onde deveriam ser localizados os pulmões de convergência, quais atividades iriam convergir para cada pulmão e as dimensões iniciais de cada pulmão de convergência. Como o número de atividades não críticas é relativamente alto, são 587 atividades não críticas para 239 críticas, optou-se por dividir as ramificações e utilizar vários pulmões de convergência, localizados de acordo com a unidade a ser edificada. A Tabela 6.13 apresenta o dimensionamento inicial destes pulmões e a divisão de atividades por pulmão. A rede de precedências com os pulmões está apresentada no ANEXO IV.

6.4.2 Simulação das redes

As simulações para o empreendimento com as vinte casas foi realizado da mesma forma que no estudo preliminar:

- incorporação de variabilidade nas durações de atividades;
- simulação da rede (*primeiro grupo de 1000 simulações*);
- redimensionamento dos pulmões (*segundo grupo de 1000 simulações*);
- gerenciamento dos pulmões (*terceiro grupo de 1000 simulações*).

Quando a variabilidade é considerada, tanto a duração, quanto os custos do empreendimento se alteram em função dos atrasos e adiantamentos nas atividades. Neste caso, após o primeiro grupo de 1000 simulações, a duração média do projeto foi de 213,31 dias (*implicando em um atraso de 30,31 dias*) a um custo de R\$ 476.656,73, gerando um prejuízo de R\$ 24.336,49, equivalente a 5,38% do valor inicial do empreendimento. Considerando um intervalo de confiança de 90%, duração e custo estarão contidos nos seguintes intervalos:

- duração (dias) → [213,28;213,34];
- custo (R\$) → [476.635,83;476.677,63].

Como dito anteriormente, a dimensão inicial do pulmão de projeto é função do atraso total que o empreendimento sofrerá. Sendo assim, a dimensão inicial do pulmão de projeto foi ajustada para 30 dias. Os resultados das simulações com a aplicação da Teoria das restrições serão apresentados e discutidos nas próximas seções.

Tabela 6.13 – Divisão de atividades por pulmão e dimensionamento iniciais dos pulmões de convergência

PULMÃO	ATIVIDADES	DIMENSÃO	PULMÃO	ATIVIDADES	DIMENSÃO
PC1	Ativ6_1	2	PC51	Ativ12_12 e Ativ13_12	8
PC2	Ativ6_2	2	PC52	Ativ12_13 e Ativ13_13	7
PC3	Ativ6_3	2	PC53	Ativ12_14 e Ativ13_14	6
PC4	Ativ6_4	2	PC54	Ativ12_15 e Ativ13_15	5
PC5	Ativ6_5	2	PC55	Ativ12_16 e Ativ13_16	4
PC6	Ativ6_6	2	PC56	Ativ12_17 e Ativ13_17	3
PC7	Ativ6_7	2	PC57	Ativ12_18 e Ativ13_18	2
PC8	Ativ6_8	2	PC58	Ativ12_19 e Ativ13_19	1
PC9	Ativ6_9	2	PC59	Ativ27_2 a Ativ53_2,	39
PC10	Ativ6_10	2	PC60	Ativ27_3 a Ativ53_3,	37
PC11	Ativ6_11	2	PC61	Ativ27_4 a Ativ53_4,	35
PC12	Ativ6_12	2	PC62	Ativ27_5 a Ativ53_5,	33
PC13	Ativ6_13	2	PC63	Ativ27_6 a Ativ53_6,	31
PC14	Ativ6_14	2	PC64	Ativ27_7 a Ativ53_7,	29
PC15	Ativ6_15	2	PC65	Ativ27_8 a Ativ53_8,	27
PC16	Ativ6_16	2	PC66	Ativ27_9 a Ativ53_9,	25
PC17	Ativ6_17	2	PC67	Ativ27_10 a Ativ53_10,	23
PC18	Ativ6_18	2	PC68	Ativ25_1 a Ativ25_10 e Ativ26_1 a Ativ26_10	52
PC19	Ativ6_19	2	PC69	Ativ25_11 a Ativ25_20 e Ativ26_11 a Ativ26_20	26
PC20	Ativ6_20	2	PC70	Ativ15_11_20	5
PC21	Ativ1_2,Ativ3_2 e Ativ4_2	1	PC71	Ativ17_11_20	20
PC22	Ativ1_3,Ativ3_3 e Ativ4_3	2	PC72	Ativ27_11 a Ativ30_11	2
PC23	Ativ1_4,Ativ3_4 e Ativ4_4	3	PC73	Ativ27_12 a Ativ30_12	2
PC24	Ativ1_5,Ativ3_5 e Ativ4_5	4	PC74	Ativ27_13 a Ativ30_13	2
PC25	Ativ1_6,Ativ3_6 e Ativ4_6	5	PC75	Ativ27_14 a Ativ30_14	2
PC26	Ativ1_7,Ativ3_7 e Ativ4_7	6	PC76	Ativ27_15 a Ativ30_15	2
PC27	Ativ1_8,Ativ3_8 e Ativ4_8	7	PC77	Ativ27_16 a Ativ30_16	2
PC28	Ativ1_9,Ativ3_9 e Ativ4_9	8	PC78	Ativ27_17 a Ativ30_17	2
PC29	Ativ1_10,Ativ3_10 e Ativ4_10		PC79	Ativ27_18 a Ativ30_18	2
PC30	Ativ1_11,Ativ3_11 e Ativ4_11		PC80	Ativ27_19 a Ativ30_19	2
PC31	Ativ1_12,Ativ3_12 e Ativ4_12		PC81	Ativ27_20 a Ativ30_20	2
PC32	Ativ1_13,Ativ3_13 e Ativ4_13		PC82	Ativ31_12 a Ativ33_12	1
PC33	Ativ1_14,Ativ3_14 e Ativ4_14		PC83	Ativ31_13 a Ativ33_13	2
PC34	Ativ1_15,Ativ3_15 e Ativ4_15		PC84	Ativ31_14 a Ativ33_14	3
PC35	Ativ1_16,Ativ3_16 e Ativ4_16		PC85	Ativ31_15 a Ativ33_15	4
PC36	Ativ1_17,Ativ3_17 e Ativ4_17		PC86	Ativ31_16 a Ativ33_16	5
PC37	Ativ1_18,Ativ3_18 e Ativ4_18		PC87	Ativ31_17 a Ativ33_17	6
PC38	Ativ1_19,Ativ3_19 e Ativ4_19		PC88	Ativ31_18 a Ativ33_18	7
PC39	Ativ1_20,Ativ3_20 e Ativ4_20		PC89	Ativ31_19 a Ativ33_19	8
PC40	Ativ12_1 e Ativ13_1		PC90	Ativ31_20 a Ativ33_20	9

(Continuação da Tabela 6.13)

PULMÃO	ATIVIDADES	DIMENSÃO	PULMÃO	ATIVIDADES	DIMENSÃO
PC41	Ativ12_2 e Ativ13_2		PC91	Ativ36_11 a Ativ37_11, Ativ42_11 a Ativ44_11 e Ativ49_11 a Ativ53_11	18
PC42	Ativ12_3 e Ativ13_3		PC92	Ativ36_12 a Ativ37_12, Ativ42_12 a Ativ44_12 e Ativ49_12 a Ativ53_12	16
PC43	Ativ12_4 e Ativ13_4		PC93	Ativ36_13 a Ativ37_13, Ativ42_13 a Ativ44_13 e Ativ49_13 a Ativ53_13	14
PC44	Ativ12_5 e Ativ13_5		PC94	Ativ36_14 a Ativ37_14, Ativ42_14 a Ativ44_14 e Ativ49_14 a Ativ53_14	12
PC45	Ativ12_6 e Ativ13_6		PC95	Ativ36_15 a Ativ37_15, Ativ42_15 a Ativ44_15 e Ativ49_15 a Ativ53_15	10
PC46	Ativ12_7 e Ativ13_7		PC96	Ativ36_16 a Ativ37_16, Ativ42_16 a Ativ44_16 e Ativ49_16 a Ativ53_16	8
PC47	Ativ12_8 e Ativ13_8		PC97	Ativ36_17 a Ativ37_17, Ativ42_17 a Ativ44_17 e Ativ49_17 a Ativ53_17	6
PC48	Ativ12_9 e Ativ13_9		PC98	Ativ36_18 a Ativ37_18, Ativ42_18 a Ativ44_18 e Ativ49_18 a Ativ53_18	4
PC49	Ativ12_10, Ativ13_10, Ativ14_1_10, Ativ16_1_10, Ativ27_1 a Ativ53_1		PC99	Ativ36_19 a Ativ37_19, Ativ42_19 a Ativ44_19 e Ativ49_19 a Ativ53_19	2
PC50	Ativ12_11 e Ativ13_11		PC100	Ativ36_20 a Ativ37_20 e Ativ42_20 a Ativ44_20	16

6.4.2.1 Redimensionamento dos pulmões

Após a inserção dos pulmões com suas durações iniciais, a rede foi simulada em grupos de 1000 simulações, sempre monitorando o consumo dos pulmões. O dimensionamento foi dado como finalizado quando o consumo médio dos pulmões se aproximou da zona de intervenção. A Tabela 6.14 apresenta o redimensionamento dos pulmões de convergência.

O pulmão de projeto foi dimensionado originariamente em 30 dias e foi totalmente consumido nas simulações realizadas. Sendo assim, sua dimensão não foi alterada e permaneceu em 30 dias.

Uma vez dimensionado os pulmões, restava analisar o impacto do gerenciamento dos mesmos como ferramenta de controle. O próximo item trata dos impactos do gerenciamento dos pulmões no empreendimento em questão.

Tabela 6.14 -Redimensionamento dos pulmões

PULMÃO	SIMULAÇÃO 1		SIMULAÇÃO 2		PULMÃO	SIMULAÇÃO 1		SIMULAÇÃO 2	
	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO (%)	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO (%)		DIMENSÃO (dias)	CONSUMO (%)	DIMENSÃO (dias)	CONSUMO (%)
PC1	2.00	15.75	0.50	46.23	PC51	8.00	3.92	0.50	54.42
PC2	2.00	15.36	0.49	46.78	PC52	7.00	4.60	0.52	55.37
PC3	2.00	15.44	0.49	46.19	PC53	6.00	5.20	0.50	54.25
PC4	2.00	16.35	0.52	46.12	PC54	5.00	6.34	0.51	54.38
PC5	2.00	14.63	0.47	44.89	PC55	4.00	7.80	0.50	54.19
PC6	2.00	14.63	0.47	45.62	PC56	3.00	10.03	0.48	54.13
PC7	2.00	15.81	0.51	46.02	PC57	2.00	16.11	0.52	55.18
PC8	2.00	15.34	0.49	45.33	PC58	1.00	30.85	0.49	54.38
PC9	2.00	15.85	0.51	46.20	PC59	39.00	19.78	12.34	62.44
PC10	2.00	15.76	0.50	47.03	PC60	37.00	20.95	12.40	62.44
PC11	2.00	14.57	0.47	45.12	PC61	35.00	22.19	12.43	62.45
PC12	2.00	14.98	0.48	45.14	PC62	33.00	23.45	12.38	62.42
PC13	2.00	15.28	0.49	46.58	PC63	31.00	25.16	12.48	62.40
PC14	2.00	14.78	0.47	44.84	PC64	29.00	27.17	12.61	62.41
PC15	2.00	14.88	0.48	45.67	PC65	27.00	28.38	12.26	62.42
PC16	2.00	15.43	0.49	47.12	PC66	25.00	31.22	12.49	62.46
PC17	2.00	15.68	0.50	45.45	PC67	23.00	34.23	12.60	62.40
PC18	2.00	15.31	0.49	46.69	PC68	52.00	14.88	12.38	62.41
PC19	2.00	16.05	0.51	46.01	PC69	26.00	29.75	12.38	62.41
PC20	2.00	15.20	0.49	45.64	PC70	5.00	29.88	2.39	47.09
PC21	1.00	47.17	0.75	58.76	PC71	20.00	3.86	1.24	46.65
PC22	2.00	23.36	0.75	57.40	PC72	2.00	53.19	1.70	59.99
PC23	3.00	15.32	0.74	57.52	PC73	2.00	51.90	1.66	59.55
PC24	4.00	11.55	0.74	57.54	PC74	2.00	52.11	1.67	59.44
PC25	5.00	9.25	0.74	58.02	PC75	2.00	53.36	1.71	60.04
PC26	6.00	8.00	0.77	57.90	PC76	2.00	51.26	1.64	59.19
PC27	7.00	6.82	0.76	57.40	PC77	2.00	51.78	1.66	59.52
PC28	8.00	5.83	0.75	57.60	PC78	2.00	52.84	1.69	59.90
PC29	9.00	4.93	0.71	57.08	PC79	2.00	52.71	1.69	60.01
PC30	10.00	4.67	0.75	57.55	PC80	2.00	52.17	1.67	59.70
PC31	11.00	4.06	0.71	57.26	PC81	2.00	53.96	1.73	59.86
PC32	12.00	3.92	0.75	57.40	PC82	1.00	65.36	1.05	63.81
PC33	13.00	3.64	0.76	57.59	PC83	2.00	39.14	1.25	57.27
PC34	14.00	3.42	0.77	57.66	PC84	3.00	25.69	1.23	56.94
PC35	15.00	3.21	0.77	57.65	PC85	4.00	19.87	1.27	56.85
PC36	16.00	3.00	0.77	57.53	PC86	5.00	16.41	1.31	57.70
PC37	17.00	2.61	0.71	57.18	PC87	6.00	12.99	1.25	56.22
PC38	18.00	2.61	0.75	57.98	PC88	7.00	11.17	1.25	57.63
PC39	19.00	2.54	0.77	58.36	PC89	8.00	10.22	1.31	57.07
PC40	19.00	1.68	0.51	54.93	PC90	9.00	8.80	1.27	56.95
PC41	18.00	1.70	0.49	53.73	PC91	18.00	12.04	3.47	60.97
PC42	17.00	1.78	0.48	53.96	PC92	16.00	13.78	3.53	61.14
PC43	16.00	1.84	0.47	54.63	PC93	14.00	15.64	3.50	60.94
PC44	15.00	2.08	0.50	54.62	PC94	12.00	18.22	3.50	61.29
PC45	14.00	2.34	0.52	54.59	PC95	10.00	21.89	3.50	61.08
PC46	13.00	2.44	0.51	54.83	PC96	8.00	27.19	3.48	60.78
PC47	12.00	2.66	0.51	55.00	PC97	6.00	36.67	3.52	61.18
PC48	11.00	2.89	0.51	55.90	PC98	4.00	53.38	3.42	61.48
PC49	41.00	38.23	25.08	62.03	PC99	2.00	86.46	2.77	72.99
PC50	9.00	3.65	0.53	55.96	PC100	16.00	8.88	2.27	58.55

6.4.2.2 Gerenciamento dos pulmões

Observando os resultados da simulação 2 (Tabela 6.14) percebe-se a necessidade de intervir apenas nas atividades que convergem para o pulmão de convergência PC99. Entretanto, optou-se por não intervir porque todas as atividades convergentes apresentaram criticalidade zero (no ANEXO III: também está apresentado o relatório gerado pelo sistema de simulação para o grupo de simulações II), o que significa que, apesar de o pulmão ter entrado na zona de interferência, em nenhum momento o caminho crítico foi modificado. Recuperando os dados referentes ao consumo do pulmão de projeto (Tabela 6.14), nota-se que só a partir da atividade Ativ8_12 começou a existir a necessidade de intervenção nas atividades.

Os resultados encontrados após a intervenção nas atividades, que seguiram os mesmos padrões do estudo preliminar, reduzindo a estimativa pessimista³⁸, estão apresentados na Tabela 6.16.

Em média, esta intervenção reduziu a duração do projeto de 213,31 dias para 202,71, diminuindo o atraso do empreendimento em mais de 10 dias. Para um nível de confiança de 90%, os resultados mostram que a duração do empreendimento estará entre 202,69 dias e 202,73 dias. Por sua vez, esta "economia" de tempo, gerou uma redução de 16,51% nos custos por atraso, diminuindo os custos de R\$ 24.336,49 (*5,38% do valor inicial do empreendimento*) para R\$ 20.317,57 (*4,49% do valor inicial do empreendimento*). Também para um nível de confiança de 90%, os resultados encontrados mostram que o custo do empreendimento, após a intervenção, estará contido entre R\$ 472.620,97 e R\$ 472.654,65.

Dividindo o pulmão de projeto em três pulmões iguais e distribuído-os pela rede (como mostrado no ANEXO IV), encontramos resultados ainda melhores. Este artifício diminuiu o atraso médio do empreendimento em aproximadamente 16 dias, reduzindo a duração da obra de 213,31 dias para 198,90 dias. Com base nestes resultados, pode-se afirmar com 90% de confiança que a duração do empreendimento estará entre 198,88 dias e 198,92 dias. Como consequência da redução do atraso, os custos por atraso diminuíram para R\$18.998,73, uma redução de 21,93%. Considerando a mesma confiabilidade de 90%, pode-se afirmar que o custo do empreendimento estará contido no intervalo de R\$ 471.302,39 a R\$ 471.335,55.

³⁸ também neste caso, as reduções ficaram entre 1 ou 2 dias para a grande maioria das atividades.

Tabela 6.15 -Consumo do pulmão de projeto em função da finalização das atividades do caminho crítico (sem intervenção)

Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado
Ativ1_1	0.51	Ativ8_6	32.80	Ativ7_12	66.24	Ativ5_18	95.21	Ativ45_11	100.00	Ativ35_15	100.00	Ativ45_18	100.00
Ativ3_1	0.99	Ativ9_6	33.31	Ativ8_12	67.32	Ativ7_18	95.68	Ativ46_11	100.00	Ativ38_15	100.00	Ativ46_18	100.00
Ativ4_1	1.51	Ativ10_6	34.34	Ativ9_12	67.87	Ativ8_18	96.17	Ativ47_11	100.00	Ativ39_15	100.00	Ativ47_18	100.00
Ativ5_1	2.54	Ativ11_6	35.40	Ativ10_12	68.84	Ativ9_18	96.39	Ativ48_11	100.00	Ativ40_15	100.00	Ativ48_18	100.00
Ativ7_1	3.54	Ativ5_7	36.45	Ativ11_12	69.91	Ativ10_18	96.77	Ativ34_12	100.00	Ativ41_15	100.00	Ativ34_19	100.00
Ativ8_1	4.55	Ativ7_7	37.52	Ativ5_13	70.98	Ativ11_18	45.64	Ativ35_12	100.00	Ativ45_15	100.00	Ativ35_19	100.00
Ativ9_1	5.05	Ativ8_7	38.48	Ativ7_13	72.07	Ativ5_19	97.50	Ativ38_12	100.00	Ativ46_15	100.00	Ativ38_19	100.00
Ativ10_1	6.10	Ativ9_7	38.98	Ativ8_13	73.13	Ativ7_19	97.81	Ativ39_12	100.00	Ativ47_15	100.00	Ativ39_19	100.00
Ativ11_1	7.09	Ativ10_7	40.05	Ativ9_13	73.64	Ativ8_19	98.07	Ativ40_12	100.00	Ativ48_15	100.00	Ativ40_19	100.00
Ativ5_2	8.06	Ativ11_7	41.13	Ativ10_13	74.70	Ativ9_19	98.22	Ativ41_12	100.00	Ativ34_16	100.00	Ativ41_19	100.00
Ativ7_2	9.05	Ativ5_8	42.15	Ativ11_13	75.74	Ativ10_19	98.46	Ativ45_12	100.00	Ativ35_16	100.00	Ativ45_19	100.00
Ativ8_2	10.10	Ativ7_8	43.13	Ativ5_14	76.80	Ativ11_19	98.67	Ativ46_12	100.00	Ativ38_16	100.00	Ativ46_19	100.00
Ativ9_2	10.64	Ativ8_8	44.16	Ativ7_14	77.81	Ativ5_20	98.86	Ativ47_12	100.00	Ativ39_16	100.00	Ativ47_19	100.00
Ativ10_2	11.68	Ativ9_8	44.69	Ativ8_14	78.83	Ativ7_20	99.02	Ativ48_12	100.00	Ativ40_16	100.00	Ativ48_19	100.00
Ativ11_2	12.68	Ativ10_8	45.73	Ativ9_14	79.34	Ativ8_20	99.15	Ativ34_13	100.00	Ativ41_16	100.00	Ativ34_20	100.00
Ativ5_3	13.70	Ativ11_8	46.70	Ativ10_14	80.37	Ativ9_20	99.22	Ativ35_13	100.00	Ativ45_16	100.00	Ativ35_20	100.00
Ativ7_3	14.75	Ativ5_9	47.74	Ativ11_14	81.34	Ativ10_20	99.34	Ativ38_13	100.00	Ativ46_16	100.00	Ativ38_20	100.00
Ativ8_3	15.78	Ativ7_9	48.78	Ativ5_15	82.29	Ativ11_20	99.42	Ativ39_13	100.00	Ativ47_16	100.00	Ativ39_20	100.00
Ativ9_3	16.31	Ativ8_9	49.92	Ativ7_15	83.27	Ativ12_20	99.46	Ativ40_13	100.00	Ativ48_16	100.00	Ativ40_20	100.00
Ativ10_3	17.30	Ativ9_9	50.48	Ativ8_15	84.25	Ativ13_20	99.51	Ativ41_13	100.00	Ativ34_17	100.00	Ativ41_20	100.00
Ativ11_3	18.38	Ativ10_9	51.58	Ativ9_15	84.70	Ativ14_11_20	99.76	Ativ45_13	100.00	Ativ35_17	100.00	Ativ45_20	100.00
Ativ5_4	19.39	Ativ11_9	52.61	Ativ10_15	85.65	Ativ16_11_20	99.86	Ativ46_13	100.00	Ativ38_17	100.00	Ativ46_20	100.00
Ativ7_4	20.44	Ativ5_10	53.69	Ativ11_15	86.50	Ativ18_11_20	99.90	Ativ47_13	100.00	Ativ39_17	100.00	Ativ47_20	100.00
Ativ8_4	21.46	Ativ7_10	54.77	Ativ5_16	87.39	Ativ19_11_20	99.91	Ativ48_13	100.00	Ativ40_17	100.00	Ativ48_20	100.00
Ativ9_4	21.97	Ativ8_10	55.75	Ativ7_16	88.21	Ativ22_11_20	99.97	Ativ34_14	100.00	Ativ41_17	100.00	Ativ49_20	100.00
Ativ10_4	23.04	Ativ9_10	56.28	Ativ8_16	89.04	Ativ23_11_20	99.97	Ativ35_14	100.00	Ativ45_17	100.00	Ativ50_20	100.00
Ativ11_4	24.08	Ativ10_10	57.35	Ativ9_16	89.47	Ativ31_11	99.98	Ativ38_14	100.00	Ativ46_17	100.00	Ativ52_20	100.00
Ativ5_5	25.08	Ativ11_10	58.40	Ativ10_16	90.32	Ativ32_11	99.98	Ativ39_14	100.00	Ativ47_17	100.00	Ativ53_20	100.00
Ativ7_5	26.12	Ativ5_11	59.45	Ativ11_16	91.10	Ativ33_11	99.99	Ativ40_14	100.00	Ativ48_17	100.00	Ativ54_1_20	100.00
Ativ8_5	27.15	Ativ7_11	60.50	Ativ5_17	91.80	Ativ34_11	99.99	Ativ41_14	100.00	Ativ34_18	100.00		

(Continuação Tabela 6.15)

Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado
Ativ9_5	27.66	Ativ8_11	61.55	Ativ7_17	92.48	Ativ35_11	99.99	Ativ45_14	100.00	Ativ35_18	100.00		
Ativ10_5	28.66	Ativ9_11	62.06	Ativ8_17	93.17	Ativ38_11	100.00	Ativ46_14	100.00	Ativ38_18	100.00		
Ativ11_5	29.73	Ativ10_11	63.11	Ativ9_17	93.50	Ativ39_11	100.00	Ativ47_14	100.00	Ativ39_18	100.00		
Ativ5_6	30.78	Ativ11_11	64.19	Ativ10_17	94.10	Ativ40_11	100.00	Ativ48_14	100.00	Ativ40_18	100.00		
Ativ7_6	31.81	Ativ5_12	65.17	Ativ11_17	94.69	Ativ41_11	100.00	Ativ34_15	100.00	Ativ41_18	100.00		

Tabela 6.16 -Consumo do pulmão de projeto em função da finalização das atividades do caminho crítico (com intervenção)

Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado
Ativ1_1	0.36	Ativ8_6	23.43	Ativ7_12	5.60	Ativ5_18	68.88	Ativ45_11	90.14	Ativ35_15	99.87	Ativ45_18	100.00
Ativ3_1	0.71	Ativ9_6	23.80	Ativ8_12	6.37	Ativ7_18	69.21	Ativ46_11	91.00	Ativ38_15	99.90	Ativ46_18	100.00
Ativ4_1	1.08	Ativ10_6	24.53	Ativ9_12	6.76	Ativ8_18	69.58	Ativ47_11	91.74	Ativ39_15	99.91	Ativ47_18	100.00
Ativ5_1	1.82	Ativ11_6	25.28	Ativ10_12	7.45	Ativ9_18	69.76	Ativ48_11	92.55	Ativ40_15	99.93	Ativ48_18	100.00
Ativ7_1	2.53	Ativ5_7	26.04	Ativ11_12	8.21	Ativ10_18	70.09	Ativ34_12	93.24	Ativ41_15	99.95	Ativ34_19	100.00
Ativ8_1	3.25	Ativ7_7	26.80	Ativ5_13	50.69	Ativ11_18	28.71	Ativ35_12	93.48	Ativ45_15	99.95	Ativ35_19	100.00
Ativ9_1	3.61	Ativ8_7	27.49	Ativ7_13	51.47	Ativ5_19	70.76	Ativ38_12	94.10	Ativ46_15	99.96	Ativ38_19	100.00
Ativ10_1	4.36	Ativ9_7	27.84	Ativ8_13	52.23	Ativ7_19	71.11	Ativ39_12	94.32	Ativ47_15	99.97	Ativ39_19	100.00
Ativ11_1	5.06	Ativ10_7	28.61	Ativ9_13	52.60	Ativ8_19	71.45	Ativ40_12	95.00	Ativ48_15	99.98	Ativ40_19	100.00
Ativ5_2	5.75	Ativ11_7	29.38	Ativ10_13	53.36	Ativ9_19	71.62	Ativ41_12	95.53	Ativ34_16	99.98	Ativ41_19	100.00
Ativ7_2	6.46	Ativ5_8	30.11	Ativ11_13	54.10	Ativ10_19	71.96	Ativ45_12	95.72	Ativ35_16	99.98	Ativ45_19	100.00
Ativ8_2	7.21	Ativ7_8	30.80	Ativ5_14	54.86	Ativ11_19	72.33	Ativ46_12	96.20	Ativ38_16	99.99	Ativ46_19	100.00
Ativ9_2	7.60	Ativ8_8	31.54	Ativ7_14	55.59	Ativ5_20	72.67	Ativ47_12	96.66	Ativ39_16	99.99	Ativ47_19	100.00
Ativ10_2	8.34	Ativ9_8	31.92	Ativ8_14	56.34	Ativ7_20	73.03	Ativ48_12	97.05	Ativ40_16	99.99	Ativ48_19	100.00
Ativ11_2	9.05	Ativ10_8	32.66	Ativ9_14	56.70	Ativ8_20	73.39	Ativ34_13	97.41	Ativ41_16	99.99	Ativ34_20	100.00
Ativ5_3	9.79	Ativ11_8	33.35	Ativ10_14	57.45	Ativ9_20	73.57	Ativ35_13	97.52	Ativ45_16	100.00	Ativ35_20	100.00
Ativ7_3	10.54	Ativ5_9	34.10	Ativ11_14	58.18	Ativ10_20	73.93	Ativ38_13	97.86	Ativ46_16	100.00	Ativ38_20	100.00
Ativ8_3	11.27	Ativ7_9	34.84	Ativ5_15	58.89	Ativ11_20	74.29	Ativ39_13	97.96	Ativ47_16	100.00	Ativ39_20	100.00
Ativ9_3	11.65	Ativ8_9	35.66	Ativ7_15	59.63	Ativ12_20	74.47	Ativ40_13	98.21	Ativ48_16	100.00	Ativ40_20	100.00
Ativ10_3	12.35	Ativ9_9	36.06	Ativ8_15	60.39	Ativ13_20	74.65	Ativ41_13	98.47	Ativ34_17	100.00	Ativ41_20	100.00
Ativ11_3	13.13	Ativ10_9	36.84	Ativ9_15	60.74	Ativ14_11_20	77.30	Ativ45_13	98.54	Ativ35_17	100.00	Ativ45_20	100.00
Ativ5_4	13.84	Ativ11_9	37.58	Ativ10_15	61.50	Ativ16_11_20	79.13	Ativ46_13	98.77	Ativ38_17	100.00	Ativ46_20	100.00
Ativ7_4	14.60	Ativ5_10	38.34	Ativ11_15	62.19	Ativ18_11_20	79.99	Ativ47_13	98.96	Ativ39_17	100.00	Ativ47_20	100.00
Ativ8_4	15.33	Ativ7_10	39.12	Ativ5_16	62.91	Ativ19_11_20	80.16	Ativ48_13	99.13	Ativ40_17	100.00	Ativ48_20	100.00
Ativ9_4	15.69	Ativ8_10	39.82	Ativ7_16	63.61	Ativ22_11_20	83.60	Ativ34_14	99.28	Ativ41_17	100.00	Ativ49_20	100.00
Ativ10_4	16.46	Ativ9_10	40.20	Ativ8_16	64.36	Ativ23_11_20	83.76	Ativ35_14	99.33	Ativ45_17	100.00	Ativ50_20	100.00
Ativ11_4	17.20	Ativ10_10	40.96	Ativ9_16	64.74	Ativ31_11	84.11	Ativ38_14	99.43	Ativ46_17	100.00	Ativ52_20	100.00

(Continuação Tabela 6.16)

Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado	Ativ.	Consumo Acumulado
Ativ5_5	17.91	Ativ11_10	41.71	Ativ10_16	65.51	Ativ32_11	84.80	Ativ39_14	99.46	Ativ47_17	100.00	Ativ53_20	100.00
Ativ7_5	18.65	Ativ5_11	42.47	Ativ11_16	66.25	Ativ33_11	85.47	Ativ40_14	99.55	Ativ48_17	100.00	Ativ54_1_20	100.00
Ativ8_5	19.39	Ativ7_11	43.21	Ativ5_17	66.99	Ativ34_11	86.42	Ativ41_14	99.64	Ativ34_18	100.00		
Ativ9_5	19.76	Ativ8_11	43.96	Ativ7_17	67.31	Ativ35_11	86.77	Ativ45_14	99.66	Ativ35_18	100.00		
Ativ10_5	20.47	Ativ9_11	44.33	Ativ8_17	67.66	Ativ38_11	87.77	Ativ46_14	99.72	Ativ38_18	100.00		
Ativ11_5	21.24	Ativ10_11	45.08	Ativ9_17	67.83	Ativ39_11	88.08	Ativ47_14	99.79	Ativ39_18	100.00		
Ativ5_6	21.99	Ativ11_11	45.85	Ativ10_17	68.18	Ativ40_11	88.99	Ativ48_14	99.83	Ativ40_18	100.00		
Ativ7_6	22.73	Ativ5_12	4.84	Ativ11_17	68.54	Ativ41_11	89.86	Ativ34_15	99.86	Ativ41_18	100.00		

6.4.3 Conclusões e considerações sobre o empreendimento

Com base nos dados obtidos, as principais conclusões a respeito da aplicação da Teoria das Restrições são:

- atua positivamente sobre os mais comuns e caros problemas encontrados em projetos da indústria da construção, os atrasos. Pois gerou reduções de tempo e custo significativas nos atrasos que o empreendimento sofreria sem o gerenciamento dos pulmões como ferramenta de controle;
- mostrou-se aplicável no gerenciamento de empreendimentos da indústria da construção civil, ratificando os resultados do estudo preliminar e indicando que pode ser útil em aplicações práticas reais.

Uma particularidade deste empreendimento foi sua natureza repetitiva (*20 unidades idênticas*). Somando-se a este aspecto o número de atividades a serem controladas, a utilização de pulmões de convergência distribuídos por unidades facilitou o acompanhamento do empreendimento. Outro critério que pode ajudar na distribuição dos pulmões (*convergência/projeto*) é a divisão da obra em suas fases (*por ex.: estrutura e acabamentos*), onde os pulmões seriam distribuídos respeitando estas fases.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral, a aplicação da Teoria das Restrições não contribuiu para aumentar o grau de dificuldade do processo de PCP, nem da aplicação das técnicas de planejamento dentro do processo. A única diferença entre a forma convencional de conduzir o processo e a aplicação da Teoria das Restrições reside na distribuição dos pulmões e vinculação com as atividades. Dependendo da forma como os pulmões são inseridos na programação, as simulações podem apresentar valores de criticalidade distorcidos. Isso só acontece quando os pulmões são inseridos como atividades e passam a integrar o cálculo do caminho crítico.

Após todas as simulações terem sido realizadas, pode-se afirmar que a Teoria das Restrições é aplicável ao processo de PCP de obras de edificação sem que isso penalize o processo. Entretanto, esta aplicação depende do suporte de alguma ferramenta de simulação, pois sem ela seria muito difícil avaliar os efeitos da variabilidade e quantificar o impacto do gerenciamento dos pulmões no combate a estes efeitos.

Infelizmente, a ausência de dados a respeito das durações dificulta o uso das técnicas de simulação. De forma que esta ausência foi o grande problema deste trabalho. Portanto, construir um banco de dados seria de grande valia para o uso das técnicas de simulação e futuros trabalhos de pesquisa.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho surgiu da necessidade que a indústria da construção civil tem de manter-se competitiva e rentável. Por isso muitos trabalhos foram desenvolvidos no sentido de adaptar e aplicar técnicas e filosofias gerenciais desenvolvidas em outras áreas do conhecimento, como por exemplo: a administração de empresas e a engenharia industrial.

Dentro deste contexto, surgiu a proposta de simular a aplicação da Teoria das Restrições no processo de planejamento e controle de obras de edificação. Os objetivos desta simulação seriam de avaliar a adaptação dos conceitos desta teoria nos projetos de obras de edificação e propor diretrizes para sua aplicação dentro do processo, utilizando e avaliando as técnicas de planejamento existentes.

Para alcançar estes objetivos, fez-se uso do experimento como estratégia de pesquisa. Dentro do processo de PCP foram utilizadas duas técnicas de planejamento, sendo uma para programação (redes de precedência) e outra para simulação (STROBOSCOPE Simulation System). No tocante às redes de precedência, percebeu-se que esta técnica apresenta uma série de deficiências, apontadas por diversos pesquisadores ao longo do tempo (item 4.2.4.2). Entretanto, a ausência de dados a respeito de variações nas durações das atividades, pelo simples fato destes dados não existirem, foi a principal dificuldade deste trabalho.

Mesmo com esta deficiência, a simulação mostrou ser de grande valia para o processo de planejamento, permitindo visualizar e avaliar o impacto da variabilidade associada às atividades, e principalmente, avaliar os impactos da aplicação da Teoria das Restrições em empreendimentos da construção civil.

Os resultados mostraram que a Teoria das Restrições é aplicável no PCP de obras de edificação e que a utilização desta teoria pode ser útil no combate aos efeitos da variabilidade (*por ex.: os atrasos*), reduzindo os desperdícios de tempo e dinheiro existentes em boa parte dos empreendimentos. Vale ressaltar que a Teoria das Restrições não contribuiu significativamente para o aumento da complexidade do processo, pois a maior dificuldade ainda está na montagem da rede de precedências e determinação das estimativas de tempo. Os únicos cuidados necessários estão ligados à distribuição de atividades por pulmão e ao dimensionamento inicial dos mesmos.

De um modo geral, pode-se afirmar que:

- a Teoria das Restrições pode ser utilizada dentro do processo de planejamento de obras de edificação;
- o gerenciamento dos pulmões é uma boa ferramenta no combate à variabilidade, pois fornece um mecanismo simples que informa onde devem acontecer intervenções;

- as técnicas de simulação ferramentas são bastante úteis para o processo de planejamento, quer seja retroalimentando o processo com durações para atividades, quer seja visualizando e avaliando os impactos da variabilidade. Ou ainda testando teorias, como foi o caso do presente trabalho.

Entretanto, algumas medidas podem favorecer o uso e os benefícios da Teoria das Restrições. Entre elas estão:

- **controlar semanalmente as durações das atividades em andamento** - o estabelecimento de uma política de controle semanal favorece um melhor aproveitamento da aplicação da Teoria das Restrições, pois como o consumo dos pulmões é a informação mais importante para a gestão do empreendimento, é necessário ter sempre dados atualizados a respeito das durações das atividades que estão em andamento ou que já acabaram. A conveniência desta diretriz vem do fato de que em grande parte as atividades têm duração inferior a uma semana de trabalho (*cinco dias úteis*), justificando o controle semanal;
- **dividir e distribuir o pulmão de projeto pela rede de precedências** – permitindo a obtenção de melhores resultados, pois viabiliza a intervenção em atividades nas fases iniciais;
- **distribuir pulmões de convergência por unidade** – em obras de natureza repetitiva, é conveniente fazer uso de pulmões distribuídos uniformemente pelas unidades, facilitando o acompanhamento por unidade;
- **distribuir pulmões de convergência e/ou projeto de acordo com as fases de execução** – esta divisão se faz apropriada devido ao fato de um empreendimento fazer uso de uma ampla variedade de materiais e equipamentos, que se distribuem de acordo com as fases de execução. Por exemplo: infraestrutura, estrutura e acabamentos são fases que utilizam materiais e equipamentos distintos e acontecem em períodos diferentes.

Como este trabalho teve um caráter inicial, não esgotou todos os aspectos que podiam ser avaliados durante a aplicação da Teoria das Restrições, como é o caso da utilização dos recursos, por exemplo. Sendo assim, ficam como sugestões para trabalhos futuros:

- testar a aplicação da Teoria das Restrições em outros tipos de obras de edificação, por exemplo: obras verticais;
- testar a aplicação da Teoria das Restrições utilizando a linha de balanço como técnica de programação, ao invés das redes de precedências;

- gerar um banco de dados de atividades e suas durações, permitindo que funções densidade de probabilidade possam ser selecionadas e ajustadas aos dados, aumentando a confiabilidade dos resultados das técnicas de simulação;
- avaliar os impactos da aplicação da Teoria das Restrições no sequenciamento de atividades no curto prazo e na utilização dos recursos, dado que estes possuem quantidades limitadas;
- implementar inteiramente a lógica da corrente crítica (GOLDRATT, 1998) no gerenciamento de empreendimentos da construção civil;
- desenvolver um sistema de administração da produção específico para a construção civil, que integre a simulação dentro do processo de planejamento e utilize os conceitos e ferramentas da Teoria das Restrições, sem desconsiderar as particularidades desta indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOURIZK, Simaan M.; HAJJAR, Dany. A framework for applying simulation in construction. **Canadian Journal of Civil Engineering**, Ottawa, v. 25, n. 3, p. 604-617, 1998.
- ABRAHAM, Dulcy M.; HALPIN, Daniel W. Simulation of the construction of cable-stayed bridges. **Canadian Journal of Civil Engineering**, Ottawa, v. 25, n. 3, p. 490-499, 1998.
- AHUJA, Hira N.; ARUNACHALAM, Valliappa. Risk evaluation in resource allocation. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 110, n. 3, p. 324-337, Sept. 1984.
- AKINCI, Burcu; FISCHER, Martin; ZABELLE, Todd. Proactive Approach for Reducing Non-Value Adding Activities Due to Time-Space Conflicts. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. **Proceedings...** [S.l.:s.n.], 1998.
- ALKASS, Sabah; MAZEROLLE, Mark; HARRIS, Frank. Construction delay analysis techniques. **Construction Management and Economics**, London, v. 14, Issue 5, p. 375-394, 1996.
- AL-KHALIL, Mohammed I.; AL-GHAFLY, Mohammed A. Important causes of delay in public utility projects in Saudi Arabia. **Construction Management and Economics**, London, v. 17, Issue 5, p. 647-655, 1999.
- ASSUMPÇÃO, José F. P.; FUGAZZA, Antônio E. Uso de redes de precedência para planejamento da produção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998, p. 359-368.
- BACK, W. E.; MOREAU, Karen A. Cost and schedule impacts of information management EPC process. **Journal of Management in Engineering**, New York, v. 16, n. 2, p. 59-70, Mar.-Apr. 2000.
- BAL, Jay. Process analysis tools for process improvement. **The TQM Magazine**. v. 10, n. 5, p. 342-354, 1998.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**. New York, v. 124, n. 1, p. 11-17, 1998.
- BALLARD, Glenn. Improving work flow reliability. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999. p. 275-286.
- BARNEY, Jay. Firm resource and sustainable competitive advantage. **Journal of Management**, Stamford, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BEN-HAIM, Yakov; LAUFER, Alexander. Robust reliability of projects with activity-duration uncertainty. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 2, p. 125-132, Mar.-Apr. 1998.
- BERNARDES, Maurício M. e S. **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação**: proposta baseada em estudo de caso. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- BIRREL, George S. Construction planning beyond the critical path; **Journal of the Construction Division**, New York, v. 106, n. 3, p. 389-407, Sept. 1980.
- BOWDEN, Royce O.; HALL, John D. Simulation optimization research and development. In: 1998 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1998, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1998. p. 1693-1698.
- BUBSHAIT, Abdulaziz A.; CUNNINGHAM, Michael J. Comparasion of delay analysis methodologies. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 4, p. 315-322, July-Aug. 1998.
- CANO, Juan L.; SÁENZ, Maria J. Development of a project simulation game. **International Project Management Journal**, Finland, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1999.
- CARDOSO, Janette; VALETTE, Robert. **Redes de Petri**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997. 212 p.
- CARR, Robert I.; MALONEY, William F. **Workshop on Construction Engineering Basic Research**: final report. Ann Arbor, MI: The University of Michigan. Department of Civil Engineering. Construction Engineering and Management, 1982. 61 p.
- CHAN, Weng-Tat; CHUA, David K. H.; KANNAN, Govindan. Construction resource scheduling with genetic algorithms. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 122, n. 2, p. 125-132, June 1996.
- CHEHAYEB, Nader; ABOURIZK, S. M. simulation-based scheduling with continuous activity relationships. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 2, p.107-115, Mar.-Apr. 1998.
- CHOO, Hyun J.; TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, Glenn; ZABELLE, Todd R. WorkPlan: constraint-based database for work package scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 3, p. 151-160, May-June 1999.
- CHUA, D. K. H.; KOG, Y. C.; LOH, P. K. Critical success factors for diferents project objectives. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 3, p. 142-150, May-June 1999.
- CHUA, David K. H.; SHEN, Li Jun; BOK, Shung Hwee. Integrated Production Scheduler for Construction Look-Ahead Planning. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION,7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999. p. 287-298.
- COHENCA, Dora; LAUFER, Alexander; LEDBETTER, William B. Factors affecting construction planning efforts. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 115, n. 1, p. 70-89, Mar. 1989.
- COHENCA-ZAL, D.; LAUFER, A.; SHAPIRA, A.; HOWELL, G. A. Process of planning during construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 120, n3, p. 561-578, Sept. 1994.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1993.
- COTTRELL, Wayne D. Simplified Evaluation Review Technique (PERT). **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 1, p. 16-22, Jan.-Feb. 1999.
- COX, James F.; SPENCER, Michael S. **The constraints management handbook**. [S.l.]: St. Lucie Press/APICS, 1998.

CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado a projetos**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.; 1993.

DABBAS, Majed A. A.; HALPIN, Daniel W. Integrated Project and Process Management. **Journal of the Construction Division**, New York, v. 108, n. 3, p. 361-374, Sept. 1982.

DETTMER, H. W. Quality and the Theory of Constraints. **Quality Progress**, Milwaukee, v. 28, Issue 4, p. 77-81, Apr. 1995.

FANIRAN, Olusegun O.; LOVE, Peter E. D.; LI, Heng. Optimal allocation of construction planning resources. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 5, p. 311-319, Sep. – Oct. 1999.

FANIRAN, Olusegun O.; OLUWOYE, Jacob O.; LENARD, Dennis J. Interactions between construction planning and influence factors. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n.4, p. 245-256, July-Aug. 1998.

FANIRAN, Olusegun O.; OLUWOYE, Jacob O.; LENARD, Dennis. Application of lean construction production concept to improving the construction planning process. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast, Australia. **Proceedings...** Gold Coast: Griffith University, 1997. p. 39-51.

FENTE, Javier; KNUTSON, Kraig; SCHEXNAYDER, Cliff. Defining a beta distribution function for construction simulation. In: 1999 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1999, Phoenix, AZ. **Proceedings ...** Phoenix: [s.n.], 1999. p. 1010-1015.

FENTE, Javier; SCHEXNAYDER, Cliff; KNUTSON, Kraig. Defining a probability distribution function for construction simulation. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 126, n. 3, p.234-241, May-June, 2000.

FIGUEIREDO, Francisco C.; FIGUEIREDO, Helio. **MS Project 98: utilização na gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Infobook, 1999.

GIBSON JR, G. E.; KACZMAROWSKI, J. H.; LORE LR, H. E. Preproject-planning process for capital facilities. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 121, n. 3, p. 312-318, Sept. 1995.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Síndrome do Palheiro: garimpando informações num oceano de dados**. São Paulo: C. Fullmann, 1991.

GOLDRATT, Eliyahu M. **Corrente Crítica**. São Paulo: Nobel, 1998.

GONZALEZ-QUEVEDO, Antonio A.; ABOURIZK, Simaan M.; ISELEY, David T.; HALPIN, Daniel W. Comparison of two simulation methodologies in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 119, n. 3, p. 573-589, Sept. 1993.

GRANT, Robert M.; KRISHNAN, R.; SHANI, Abraham B.; BAER, Ron. Appropriate manufacturing technology: a strategic approach. **Sloan Management Review**, p. 43-54, fall 1991.

GREINER, Larry E. Evolution and revolution as organisations grow. **Harvard Business Review**, p. 55-67, May-June 1998.

GUERRINI, Fábio M.; SACOMANO, José B. Um sistema de administração da produção para empresas de construção civil: uma proposta com projetos de pesquisa integrados. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO

TECNOLOGIA E GESTÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 1998. p. 371-378.

HAJJAR, Dany; ABOURIZK, Simaan M. Integrating document management with project and company data. **Journal of Computing in Civil Engineering**, New York, v. 14, n. 1, p.70 - 77, Jan. 2000.

HALPIN, Daniel W. CYCLONE: method for modelling job site processes; **Journal of the Construction Division**, New York, v. 103, n. CO3, p. 489-499, Sept. 1977.

HALPIN, Daniel W. Process-based research to meet the international challenge. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 119, n. 3, p. 417-425, Sept. 1993.

HALPIN, Daniel W.; MARTINEZ, Luis-Henrique. Real world applications of construction process simulation. In: 1999 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1999, Phoenix, AZ. **Proceedings...** Phoenix: [s.n.], 1999. p. 956-962.

HALPIN, Daniel W.; RIGGS, Lelands S. **Planning and analysis of construction operations**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 301 p.

HARMELINK, David J.; ROWINGS, James E. Linear scheduling model: development of controlling activity path. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 4, p. 263-268, July-Aug. 1998.

HARRIS, Robert B.; IOANNOU, Photios G. **Repetitive scheduling method**. Ann Arbor: University of Michigan, Nov. 1998a. UMCEE Report n°98-35. 54 p.

HARRIS, Robert B.; IOANNOU, Photios G. Scheduling projects with repeating activities. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 4, p. 269-278, July-Aug. 1998b.

HEDENSTAD, K.; MEYER, B. O. **Establishing a quality system**: pitfalls and psychological problems. [S.l.]:Norwegian Building Institute, 1993. Project Report 132.

HEGAZY, Tarek. Optimisation of resource allocation and levelling using genetic algorithm. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 3, p. 167-175, May-June 1999.

HOEL, Kjersti; TAYLOR, Sam G. Quantifying buffers for project schedules. **Production and Inventory Management Journal**, [S.l.], v. 40, n. 2, p 43-47, 1999.

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. **Factory Physics**: foundations of manufacturing management. USA: Irwin/McGraw-Hill, 1996.

HOWELL, Gregory; BALLARD, Glenn. "Can project control do its job?". of 4th Annual Conference on Lean Construction, 4., 1996, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham: [s.n.], 1996. Disponível em: <http://web.bham.ac.uk/d.j.crook/lean/iglc4/ballard/ballard1.htm>.

HOWELL, Gregory; LAUFER, Alexander; BALLARD, Glenn. Interaction between subcycles: one key to improved methods. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 119, n. 4, p. 714-728, Dec. 1993.

IBBS, C. W.; Jr. Proceedings of a workshop for the development of new research directions in computerized applications to construction engineering and management studies. Civil Engineering Studies, Construction Research Series n° 19. The University of Illinois at Urbana-Champaign, 1985.

IOANNOU, Photios G.; MARTINEZ, Julio C. Comparation of construction alternatives using matched simulation experiments. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 122, n. 3, p. 231-241, Sep. 1996.

JOHTELA, T.; SMED, J.; JOHNSON, M.; LEHTINEN, R.; NEVALAINEN, O. Supporting production planning by production process simulation. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, v. 10, n. 3, p. 193-203, 1997.

KANG, Leen S.; PAULSON, Boyd C. Information management to integrate cost and schedule for civil engineering projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York. v. 12, n. 5, p. 381-389, Sep. – Oct. 1998.

KARAA, Fadi A.; NASR, Anas Y. Resource management in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 112, n. 3, p. 346-357, Sept. 1986.

KAWOoya, Abdulkadir A. O.; AOUAD, Ghassan. Case-Based Integrated Construction Planning. In: BIZARRE FRUIT CONFERENCE, 1997, Salford. **Electronic Proceedings...** Salford: Research Centre for the Built and Human Environment., 1997. Disponível em: <http://www.surveying.salford.ac.uk/buhu/bizfruit/1997papers/kawooya.htm>. Acesso em: 14 fev. 2000.

KOG, Y. C.; CHUA, D. K. H.; LOH, P. K.; JASELSKIS, E.J. Key determinants for construction schedule performance. **International Journal of Project Management**, [S.l.], v. 17, n. 6, p. 351-359, 1999.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. Technical Report n. 72. 1992.

KOSKELA, Lauri. Management of production in construction: a theoretical view. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California, 1999. p.241-252.

KRONE, Stephen J. Construction Scheduling Specifications. **Journal of Construction Education**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 339-349, 1997.

LAUDON, Kenneth and LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. 1999.

LAUFER, A.; SHAPIRA, A.; COHENCA-ZAL, D.; HOWELL, G. A. Prebid and preconstruction planning process. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 119, n3, p. 426-443, Sept. 1993.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is a construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, v. 5, Issue 3, p. 243-266, 1987.

LAUFER, Alexander; DENKER, Gordon R.; SHENHAR, Aaron J. Simultaneous management: the key to excellence in capital projects. **International Journal of Project Management**, v. 14, n. 4, p. 189-199, 1996.

LAUFER, Alexander; TUCKER, Richard L.; SHAPIRA, Aviad; SHENHAR, Aaron. The multiplicity concept in construction project planning. **Construction Management and Economics**, London, v. 12, Issue 1, p. 53-65, 1994.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation modeling and analysis**. New York: McGraw-Hill, 1991.

LEACH, Larry P. Critical chain project management improves project performance. **Project Management Journal**, v. 30, n. 2, p. 39-51, June 1999.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 1997. 225 p.

LOOSEMORE, Martin. Responsibility, power and construction conflict. **Construction Management and Economics**, London, v. 17, Issue 6, p. 699-709, 1999.

LU, Ming; ABOURIZK, S. M. Simplified CPM/PERT simulation model. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 126, n. 3, p.219-226, May-June 2000.

LUTZ, James D.; HALPIN, Daniel W.; WILSON, James R. Simulation of learning development in repetitive construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 120, n. 4, p. 753-773, Dec. 1994.

MADERS, Berenice. **Técnica de programação e controle da construção repetitiva – Linha de Balanço**: estudo de caso em um conjunto habitacional. 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MAIO, Cristiano; SCHEXNAYDER, Cliff; KNUTSON, Kraig; WEBER, Sandra. Probability distribution functions for construction simulation. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 126, n. 4, p.285-292, July-Aug. 2000.

MARTINEZ, Julio C. **STROBOSCOPE**: State and Resource Based Simulation of Construction Processes. 1996. 518 p. Ph.D. dissertation (Civil engineering) - Civil and Environmental Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, MI.

MARTINEZ, Julio C.; IOANNOU, Photios G. General purpose simulation with STROBOSCOPE. In: 1994 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1994, San Diego. **Proceedings...** San Diego: [s.n.], 1994.

MARTINEZ, Julio C.; IOANNOU, Photios G. General-purpose systems for effective construction simulation. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 4, p. 265-276, July-Aug. 1999.

MARTINEZ, Julio C.; IOANNOU, Photios G. State-based probabilistic scheduling using STROBOSCOPE's CPM add-on. In: CONSTRUCTION CONGRESS V: MANAGING ENGINEERED CONSTRUCTION IN EXPANDED GLOBAL MARKETS, 5., 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: [s.n.], 1997. p. 438-445.

MARTINEZ, Julio C.; IOANNOU, Photios G.; CARR, Robert. State and Resource Based Construction Processes Simulation. In: FIRST CONGRESS ON COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, 1994, New York. **Proceedings...** New York: ASCE, 1994. p. 177-184.

MATTAR, Fauze N. **Pesquisa de Marketing**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

McCABE, Brenda. Belief Networks in construction simulation. In: 1998 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1998, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1998. p. 1279-1286.

McCABE, Brenda; ABOURIZK, Simaan M.; GOEBEL, Randy. Belief Networks for construction performance diagnostics. **Journal of Computing in Civil Engineering**, New York, v. 12, n. 2, p. 93-100, Apr. 1998.

McCAHILL, Dennis F.; BERNOLD, Leonhard E. Resource-oriented modelling and simulation in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 119, n. 3, p. 590-606, Sept. 1993.

MENDES Jr., Ricardo; HEINECK, Luiz F. M. Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço – estudos de casos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998. p. 687-695.

NEWBOLD, Robert C. **Project management in the fast lane: applying the theory of constraints management.** [S.l.]: St. Lucie Press / APICS: 1998.

OGERSHOK, Dave. **2000 national construction estimator.** 48 th ed. Craftsman Book Company, Sept. 1999. 612 p.

OXLEY, R.; POSKITT, J. **Management techniques applied to the construction industry.** [S.l.]: Blackwll Science, 1996.

PAULSON JR, Boyd C. Goals for education and research in construction. **Journal of the Construction Division,** New York, v. 102, n. C03, p. 479-495, Sept. 1976.

PHENG, Low S.; HUI, Mok S. The application of JIT philosophy to construction: a case study on site layout. **Construction Management and Economics,** London, v. 17, Issue 5, p. 657-668, 1999.

PICCHI, Flávio A.; AGOPYAN, Vahan. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1993.

PLATT, David G. Building process models for design management. **Journal of Computing in Civil Engineering.** New York, v. 10, n. 3, p. 194-203, July 1996.

PRADO, Darci S. **PERT/CPM.** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 148 p.

RAND, Graham K. Critical Chain: the Theory of Constraints applied to project management. **International Journal of Project Management,** v. 18, Issue 3, p. 173-177, 2000.

REICHMANN, A.P.; OLIVEIRA, L.F.M.; BERNARDES, M.M.S.; FORMOSO, C.T. Implantação de um modelo de planejamento operacional da produção em uma empresa de edificações: um estudo de caso. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP/PCC, v. 1, 1998. p.261-268.

RILEY, David R.; SANVIDO, Victor E. Patterns of construction-space use in multistory buildings. **Journal of Construction Engineering and Management,** New York, v. 121, n. 4, p. 464-473, Dec. 1995.

SAWHNEY, Anil. PETRI Nets simulation of construction schedules. In: 1997 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1997, Atlanta, GA. **Proceedings...** Atlanta: [s.n.], 1997. p. 1110-1118.

SAWHNEY, Anil; ABOURIZK, Simaan M. HSM-simulation-based planning method for construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management,** New York, v. 121, n. 3, p. 297-303, Sept. 1995.

SAWHNEY, Anil; ABOURIZK, Simaan M.; HALPIN, Daniel W. Construction project simulation using CYCLONE. **Canadian Journal of Civil Engineering,** Ottawa, v. 25, n. 1, p. 16-25, 1998.

SAWHNEY, Anil; MUND, André. Simulation based construction management learning system. In: 1998 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1998, Washington, D.C. **Proceedings...** Washington: [s.n.], 1998. p. 1319-1324.

SCHMITT, C. M. **Catálogo de informações para documentação de projetos de obras de edificação**. Porto Alegre: DECIV/PPGEC/UFRGS, 1998. 4v.

SCHMITT, C. M. **Programação e controle de obras de edificação**. Porto Alegre: DECIV/EE/UFRGS, 1999.

SCHROEDER, Roger G. **Operations management: decision making in the operations function**. 4 th edition, [S.I.]: McGraw-Hill, 1993.

SENIOR, Bolivar A.; HALPIN, Daniel W. Simplified Simulation System for construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 124, n. 1, p. 72-81, Jan.-Feb. 1998.

SHAHID, Syed; FROESE, Thomas. Project management information control system. **Canadian Journal of Civil Engineering**, Ottawa, v. 25, n. 4, p. 735-754, 1998.

SHEN, Li Jun; CHUA, David K.H.; BOK, Shung Hwee. Distributed scheduling with integrated production scheduler. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Brighton: [s.n.], 2000.

SHI, Jonathan J. Activity-based construction (ABC) modeling and simulation method. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 5, p. 354-360, Sep.-Oct. 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SLAUGHTER, E. S. Assessment of construction processes and innovations through simulation. **Construction Management and Economics**. London. v. 17, Issue 3, p. 341-350, 1999.

SOTO, Francisco. **Guia para usuarios de los programas: Dynamic Interface for Simulations of Construction Operations (DISCO) y Microcomputer Cyclic Operation Network System (MicroCYCLONE)**. Valencia: Universidad de Carabobo, 1995.

SUHAIL, Saad A.; NEALE, Richard H. CPM/LOB: new methodology to integrate CPM and Line of Balance. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 120, n. 3, p. 667-684, Sept. 1994.

TAHER, Khalid; SHARAD, Dick. Relevance of new management concepts to PCM. **International Journal of Project Management**, v. 16, n. 5, p. 293-298, 1998.

TENAH, Kwaku A. Construction personel role and information needs. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, ASCE. v. 112, n. 1, p. 33-48, Mar. 1986.

THABET, Walid Y.; BELIVEAU, Yvan J. HVLS: horizontal and vertical logic scheduling for multistory projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 120, n. 4, p. 875-892, Dec. 1994.

TOMMELEIN, Iris D. Discret-event simulation of Lean Construction processes. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Goald Coast, Australia. **Proceedings...** Goald Coast: Griffith University, 1997. p. 121-136.

TOMMELEIN, Iris D.; RILEY, David; HOWELL, Greg A. Parade Game: impact of work flow variability on succeeding trade performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 125, n. 5, p. 304-310, Sep.-Oct. 1999.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

WAKEFIELD, Ron R.; SEARS, Glenn A. Preti nets for simulation and modeling of construction systems. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 123, n. 2, p. 105-112, June 1997.

WARSAWSKI, Abraham. Strategic planning in construction companies. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 122, n. 2, p. 133-140, June 1996.

WILLIAMS, Terry. Allocation of contingency in activity duration networks. **Construction Management and Economics**, London, v. 17, Issue 4, p. 441-447, 1999.

WRIGHT, Patrick M.; McMAHAN, Gary C.; McCORMICK, Biane and SCOTT SHERMAN, W. Strategy, core competence, and HR involvement as determinants of HR effectiveness and refinery performance. **Human Resource Management**, v. 37, n. 1, p. 17-29, spring 1998.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. 2nd ed. London: SAGE Publications, 1994.

ANEXOS

ANEXO I – Planilhas de Preços

ANEXO II – Relatório de composições

ANEXO III –Replicações

ANEXO IV – Redes de precedências

ANEXO V – Resultados de simulações

ANEXO I: PLANILHAS DE PREÇOS

OBRA 001:ADMINISTRACAO INDIRETA

ITEM	DESCRICAO DE SERVICOS	UNID	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ PARCIAL
01	DESPESAS INICIAIS				
01.01	PROJETO ARQUITETONICO	VB	1,00	15.000,00	15.000,00
01.02	PROJETO HIDRO-SANITARIO	VB	1,00	2.000,00	2.000,00
01.03	PROJETO INSTALACAO ELETRICA/TELEFONICO	VB	1,00	2.500,00	2.500,00
01.04	PROJETO ESTRUTURAL	VB	1,00	2.000,00	2.000,00
01.05	ALVARA E HABITE-SE	VB	1,00	3.500,00	3.500,00
01.06	DEMOLICAO DE ALVENARIAS	VB	1,00	3.230,22	3.230,22
01.07	ATERRO MAT ARENO-ARGILOSO C/APILOAMENTO	M3	600,00	17,38	10.428,00
01.08	DESTOCAMENTO ARVORES PEQ PORTE S/AUX MEC	UN	30,00	6,88	206,40
01.09	TRANSPORTE ATE 30M E CARGA MAN EM CACAMBA	M3	150,00	10,59	1.588,50
				SUB-TOTAL R\$	40.453,12
02	MOBILIZACAO E CANTEIRO				
02.01	BARRACAO PARA ESCRITORIO E DEPOSITO	M2	52,00	51,62	2.684,24
02.02	BARRACOES ABERTOS	M2	0,00	17,63	0,00
02.03	BACIA SANITARIA COMPLETA PROVISORIA	UN	1,00	78,94	78,94
02.04	BACIA SANITARIA TURCA PROVISORIA	UN	2,00	125,19	250,38
02.05	LAVATORIO DE PAREDE COMPLETO PROVISORIO	UN	2,00	50,05	100,10
02.06	CAIXA D'AGUA 1000 L - PROVISORIA	UN	1,00	389,25	389,25
02.07	PONTO D'AGUA PARA CHUVEIRO	PT	3,00	17,68	53,04
02.08	CHUVEIRO PLASTICO PROVISORIO	UN	3,00	5,86	17,58
02.09	PONTO DE FORCA PROVISORIO	PT	5,00	342,67	1.713,35
02.10	LOCACAO DA OBRA	M2	2.000,00	1,86	3.720,00
02.11	PLACAS DA OBRA	M2	6,00	56,93	341,58
02.12	ANDAIMES , ESCORAS E TORRES	VB	1,00	2.805,00	2.805,00
02.13	EQUIPAMENTOS DA OBRA	VB	1,00	14.704,80	14.704,80
02.14	FERRAMENTAS EM GERAL	VB	1,00	4.817,15	4.817,15
02.15	EQUIPAMENTOS DE SEGURANCA - EPI'S	VB	1,00	4.582,40	4.582,40
02.16	CONSUMOS E ALIMENTACAO	VB	1,00	26.300,00	26.300,00
				SUB-TOTAL R\$	62.557,81
03	ADMINISTRACAO LOCAL				
03.01	PESSOAL	VB	1,00	68.270,18	68.270,18
				SUB-TOTAL R\$	68.270,18
				TOTAL R\$	171.281,11

OBRA 002:TERREO

ITEM	DESCRICAO DE SERVICOS	UNID	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ PARCIAL
01	INFRA-ESTRUTURA				
01.01	ESCAVACAO MANUAL SOLO QQ ATE 2M	M3	205,11	3,75	769,16
01.02	APILOAMENTO FUNDO DE VALA	M2	346,81	2,58	894,77
01.03	CONCRETO MAGRO 1:3:6 P/FUNDACAO C/BRITA 03	M3	119,59	85,07	10.173,52
01.04	EMBASAMENTO EM BLOCO CIMENTO 14X20X40 E=14CM	M2	616,35	8,67	5.343,75
01.05	ATERRO MAT ARENO-ARGILOSO C/APILOAMENTO	M3	619,60	17,38	10.768,65
01.06	LASTRO EM CONCRETO MAGRO, ESP. 5 CM	M3	17,35	85,07	1.475,96
01.07	CARGA MANUAL - TERRA - CAMINHAO BASC	M3	180,66	6,79	1.226,68
01.08	REATERRO MANUAL C/APILOAMENTO	M3	24,45	7,27	177,75
01.09	FORMA EM CHAPA COMPENSADA US 5X P/FUND.	M2	51,26	18,55	950,87
				SUB-TOTAL R\$	31.781,11
02	SUPERESTRUTURA				
02.01	PILARES PM MATERIAL E MONTAGEM 14X14CM	UN	100,00	34,97	3.497,00
02.02	FORMA MAD RES 10MM US 4X C/ESC MET VIGAS	M2	416,32	16,24	6.761,04
02.03	FORMA MAD R10 US3X C/ESC MAD ESCADA C/REC	M2	156,52	41,68	6.523,75
02.04	ARMACAO EM ACO CA50	KG	3.105,00	1,17	3.632,85
02.05	ARMACAO EM ACO CA60	KG	1.035,00	1,12	1.159,20
02.06	CONCRETO PM FCK=20Mpa BB S/AD P/ESTRUTURA	M3	43,08	117,75	5.072,67
02.07	ESTRUTURA PRE MOLDADA PARA 2 CAIXAS D'AGUA 1000 L	UN	10,00	530,67	5.306,70
02.08	LAJE PRE-MOLDADA EM CONC. ARMADO, INC. MONTAGEM E CONCRETAGEM	M2	841,38	19,79	16.650,91
				SUB-TOTAL R\$	48.604,12
03	ALVENARIA				
03.01	ALVENARIA DE BLOCO CONCRETO 14X19,5X39,5CM ASSENTA DO C/COLA NAO AP	M2	1.664,15	9,74	16.208,82
03.02	DIVISORIAS EM CONCRETO	M2	145,60	31,21	4.544,18
				SUB-TOTAL R\$	20.753,00
04	COBERTURA				
04.01	COBERTA EM TELHA CERAMICA, INCL. MADEIR. E PINTURA	M2	189,28	41,80	7.911,90
04.02	RUFO EM PLACAS PRE - MOLDADAS	M	67,60	6,95	469,82
				SUB-TOTAL R\$	8.381,72
05	REVESTIMENTO DE FORROS E PAREDES				
05.01	REVESTIMENTO INTERNO				
05.01.02	AZULEJO BRANCO BRILHANTE 15X15 C/EMBOCO	M2	1.654,80	13,66	22.604,57
05.01.03	REVESTIMENTO DE GESSO - PAREDES	M2	1.798,20	4,00	7.192,80
05.01.04	FORRO EM GESSO LISO BISOTADO SOB LAJES	M2	118,20	7,50	886,50
05.02	REVESTIMENTO EXTERNO				
05.02.01	MASSA UNICA COM ARG 1:8 E = 20MM	M2	677,10	4,48	3.033,41
				SUB-TOTAL R\$	33.717,28
06	ESQUADRIAS DE MADEIRA				
06.01	ESQUADRIAS DE MADEIRA CX - TERREO	VB	20,00	1.440,54	28.810,80
				SUB-TOTAL R\$	28.810,80
07	PISO INTERNO				
07.01	LAJE DE IMPERMEABILIZACAO e = 6CM	M2	1.099,40	5,53	6.079,68

07.02	PISO EM CERAMICA ESMALTADA	M2	894,40	16,12	14.417,73
07.03	SOLEIRA CERAMICA ESMALTADA	M	141,00	5,55	782,55
07.04	LAJE EM CONCRETO C/ACABAMENTO (ACESSO VEICULO-GAR)	M2	120,00	8,37	1.004,40
			SUB-TOTAL R\$		22.284,36
08	INSTALACOES ELETRICAS				
08.01	INSTALACOES ELETRICAS - PAV. TERREO	UN	20,00	1.218,28	24.365,60
			SUB-TOTAL R\$		24.365,60
09	INSTALACOES HIDRO-SANITARIAS				
09.01	INSTALACAO HIDRAULICA - PAV. TERREO	UN	20,00	122,28	2.445,60
09.02	INSTALACAO SANITARIA - PAV. TERREO	UN	20,00	809,62	16.192,40
09.03	CAIXA D'AGUA ENTERRADA 2000L EM FIBRA	UN	20,00	781,75	15.635,00
09.04	ALIMENTACAO E RECALQUE (RESERVATORIO INFERIOR)	UN	20,00	574,52	11.490,40
			SUB-TOTAL R\$		45.763,40
10	APARELHOS E METAIS SANITARIOS				
10.01	BACIA SANITARIA COM CAIXA ACOPLADA	UN	20,00	165,97	3.319,40
10.02	BACIA SANITARIA C/ CX. DE DESCARGA EXTERNA	UN	20,00	100,43	2.008,60
10.03	LAVATORIO EMBUTIR	UN	20,00	67,70	1.354,00
10.04	TANQUE DE LOUCA DE PAREDE	UN	40,00	84,18	3.367,20
10.05	CHUVEIRO PLASTICO	UN	20,00	5,86	117,20
10.06	CUBA INOX GRANDE EMBUTIR	UN	20,00	212,56	4.251,20
10.07	REG DE GAV C/CAN CR 3/4" 1509 C-50	UN	60,00	28,28	1.696,80
10.08	REGISTRO GAVETA BZ C/CONOPLA CR 1"	UN	20,00	38,78	775,60
10.09	REGISTRO PRESSAO C/CAN CR 3/4" 1416 C-50	UN	20,00	28,28	565,60
10.10	TORNEIRA PARA COZINHA	UN	20,00	48,16	963,20
10.11	TORNEIRA PARA LAVATORIO	UN	20,00	37,75	755,00
10.12	TORNEIRA PARA TANQUE	UN	40,00	42,66	1.706,40
10.13	DUCHA AQUAJET	UN	20,00	51,95	1.039,00
			SUB-TOTAL R\$		21.919,20
11	PINTURA				
11.01	PINTURA INTERNA				
11.01.01	PVA LATEX SUVINIL OU SIM S/MASSA - PAR	M2	1.916,40	4,22	8.087,21
11.01.02	PVA LATEX SUVINIL OU SIM C/MASSA LATEX	M2	666,20	6,79	4.523,50
11.01.03	VERNIZ BRILHANTE EM MADEIRA	M2	729,16	3,95	2.880,18
11.02	PINTURA EXTERNA				
11.02.01	TEXTURA EXTERNA IBR	M2	719,80	4,23	3.044,75
			SUB-TOTAL R\$		18.535,64
12	SERVICOS COMPLEMENTARES EXTERNOS				
12.01	MURO DIVS BL CIM APAR C/1,8M DE ALTURA	M	143,80	33,18	4.771,28
12.02	PERGOLA EM MADEIRA 2X4"	M	600,00	6,72	4.032,00
12.03	PERGOLA EM MADEIRA 4X6"	M	100,00	9,25	925,00
12.04	BALCAO GRANITO C/TEST 10CM C/AP ALV EMB	M	61,00	110,50	6.740,50
12.05	TEXTURA EXTERNA IBR (MURO DIVISORIO)	M2	258,84	4,23	1.094,89
12.06	LIMPEZA GERAL	M2	855,60	1,20	1.026,72
			SUB-TOTAL R\$		18.590,39
=====					
TOTAL R\$					323.506,62
=====					

OBRA 003:10. PAVIMENTO						
ITEM	DESCRICAO DE SERVICIOS	UNID	QUANT.	R\$	UNIT.	R\$ PARCIAL
=====						
01	SUPERESTRUTURA					
01.01	FORMA MAD RES 10MM S/R C/ESC MAD PILARES	M2	11,20	48,13	539,06	
01.02	FORMA MAD RES 10MM US 4X C/ESC MET VIGAS	M2	291,27	16,24	4.730,22	
01.03	FORMA MAD RES 10MM US 4X C/ESC MET	M2	61,95	13,20	817,74	
01.04	ARMACAO EM ACO CA50	KG	2.170,00	1,17	2.538,90	
01.05	ARMACAO EM ACO CA60	KG	623,00	1,12	697,76	
01.06	CONCRETO PRE MISTURADO FCK=15,0 MPA	M3	13,26	113,69	1.507,53	
01.07	LAJE PRE-MOLDADA EM CONC. ARMADO, INC. MONTAGEM E CONCRETAGEM	M2	1.097,21	19,79	21.713,79	
			SUB-TOTAL R\$			32.545,00
02	ALVENARIA					
02.01	ALVENARIA DE BLOCO CONCRETO 14X19,5X39,5CM ASSENTA DO C/COLA NAO AP	M2	2.489,78	9,74	24.250,46	
02.02	CAIXA AR CONDICIONADO - GRANDE AC	UN	60,00	30,05	1.803,00	
			SUB-TOTAL R\$			26.053,46
03	COBERTURA					
03.01	COBERTURA EM TELHA CERAMICA COLONIAL	M2	1.180,00	9,86	11.634,80	
03.02	ALGEROZ EMASSADO	M	118,00	4,94	582,92	
03.03	RUFO EM PLACAS PRE - MOLDADAS	M	494,00	6,95	3.433,30	
			SUB-TOTAL R\$			15.651,02
04	REVESTIMENTO DE FORROS E PAREDES					
04.01	REVESTIMENTO INTERNO					
04.01.01	AZULEJO BRANCO BRILHANTE 15X15 C/EMBOCO	M2	619,20	13,66	8.458,27	
04.01.02	REVESTIMENTO DE GESSO - PAREDES	M2	2.707,56	4,00	10.830,24	
04.01.03	FORRO EM GESSO LISO BISOTADO SOB LAJES	M2	114,40	7,50	858,00	
04.02	REVESTIMENTO EXTERNO					
04.02.01	MASSA UNICA COM ARG 1:8 E = 20MM	M2	1.012,40	4,48	4.535,55	
			SUB-TOTAL R\$			24.682,06
05	ESQUADRIAS DE MADEIRA C/FERRAGEM					
05.01	ESQUADRIAS DE MADEIRA C/ CX - 1o. PAVIMENTO	VB	20,00	1.484,60	29.692,00	
			SUB-TOTAL R\$			29.692,00
06	PISO INTERNO					
06.01	PISO EM CERAMICA ESMALTADA	M2	768,20	16,12	12.383,38	
06.02	SOLEIRA CERAMICA ESMALTADA	M	96,00	5,55	532,80	
			SUB-TOTAL R\$			12.916,18
07	INSTALACOES ELETRICAS					
07.01	INSTALACOES ELETRICAS - 1o. PAVIMENTO	VB	1,00	778,87	778,87	
			SUB-TOTAL R\$			778,87
08	INSTALACOES HIDRO-SANITARIAS					
08.01	INSTALACAO HIDRAULICA - 1o. PAVIMENTO	UN	20,00	77,97	1.559,40	
08.02	INSTALACAO SANITARIA - 1o. PAVIMENTO	UN	20,00	382,73	7.654,60	
08.03	CAIXA D'AGUA 1000L E BARRILETE	UN	20,00	398,03	7.960,60	
			SUB-TOTAL R\$			17.174,60
09	APARELHOS E METAIS SANITARIOS					

09.01	BACIA SANITARIA COM CAIXA ACOPLADA	UN	40,00	165,97	6.638,80
09.02	LAVATORIO EMBUTIR	UN	40,00	67,70	2.708,00
09.03	CHUVEIRO PLASTICO	UN	40,00	5,86	234,40
09.04	DUCHA AQUAJET	UN	40,00	51,95	2.078,00
09.05	REGISTRO GAVETA BE C/CONOPLA CR 1"	UN	40,00	38,78	1.551,20
09.06	REGISTRO PRESSAO C/CAN CR 3/4" 1416 C-50	UN	40,00	28,28	1.131,20
09.07	TORNEIRA PARA LAVATORIO	UN	40,00	37,75	1.510,00
				SUB-TOTAL R\$	15.851,60
10	PINTURA				
10.01.01	PVA LATEX SUVINIL OU SIM C/MASSA LATEX	M2	741,20	6,79	5.032,75
10.01.02	VERNIZ BRILHANTE EM MADEIRA	M2	778,88	3,95	3.076,58
10.01.03	PVA LATEX SUVINIL OU SIM S/MASSA - PAR	M2	2.821,96	4,22	11.908,67
10.02	PINTURA EXTERNA				
10.02.01	TEXTURA EXTERNA IBR	M2	1.012,40	4,23	4.282,45
				SUB-TOTAL R\$	24.300,45
11	COMPLEMENTACAO DA OBRA				
11.01	BALCAO GRANITO C/TEST 10CM S/AP ALV	M	28,00	107,36	3.006,08
11.02	LIMPEZA GERAL	M2	855,60	1,20	1.026,72
				SUB-TOTAL R\$	4.032,80
=====					
TOTAL R\$					203.678,04
=====					

ANEXO II: RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES

OBRA 002: Térreo

Codigo	Descricao do Servico		Unid	Unid.		R\$	Parcial
	Descricao	Insumo		Coef.	R\$		
01.01	0202101	ESCAVACAO MANUAL SOLO QQ ATE 2M				M3	
0031046	SERVEANTE	H	2,1800		1,72		3,75
							MAO-DE-OBRA 1,70
							LEIS SOCIAIS 2,05
			Custo Direto		R\$		3,75
			B.D.I.		R\$		0,00
			Total Geral		R\$		3,75
01.02	0204501	APILOAMENTO FUNDO DE VALA				M2	
0031046	SERVEANTE	H	1,5000		1,72		2,58
							MAO-DE-OBRA 1,17
							LEIS SOCIAIS 1,41
			Custo Direto		R\$		2,58
			B.D.I.		R\$		0,00
			Total Geral		R\$		2,58
01.03	0214104	CONCRETO MAGRO 1:3:6 P/FUNDACAO C/BRITA 03				M3	
M021002	CIMENTO	KG	229,0000		0,12		27,48
M022001	AREIA	M3	0,6200		9,00		5,58
M023009	BRITA N. 03	M3	0,9700		25,00		24,25
0031010	PEDREIRO	H	2,0000		3,56		7,12
0031046	SERVEANTE	H	12,0000		1,72		20,64
							MATERIAIS 57,31
							MAO-DE-OBRA 12,60
							LEIS SOCIAIS 15,16
			Custo Direto		R\$		85,07
			B.D.I.		R\$		0,00
			Total Geral		R\$		85,07
01.04	0216304	EMBASAMENTO EM BLOCO CIMENTO 14X20X40 E=14CM				M2	
M021002	CIMENTO	KG	4,8000		0,12		0,58
M022001	AREIA	M3	0,0360		9,00		0,32
M123044	BLOCO CIMENTO ESTRUTURAL 14X19,5X39,5CM UN		11,4000		0,32		3,65
0031010	PEDREIRO	H	0,7000		3,56		2,49
0031046	SERVEANTE	H	0,9500		1,72		1,63
							MATERIAIS 4,55
							MAO-DE-OBRA 1,87
							LEIS SOCIAIS 2,25
			Custo Direto		R\$		8,67
			B.D.I.		R\$		0,00
			Total Geral		R\$		8,67
01.06	0206001	LASTRO EM CONCRETO MAGRO, ESP. 5 CM				M3	
M021002	CIMENTO	KG	229,0000		0,12		27,48
M022001	AREIA	M3	0,6200		9,00		5,58
M023003	BRITA N.2	M3	0,9700		25,00		24,25
0031010	PEDREIRO	H	2,0000		3,56		7,12
0031046	SERVEANTE	H	12,0000		1,72		20,64
							MATERIAIS 57,31
							MAO-DE-OBRA 12,60
							LEIS SOCIAIS 15,16
			Custo Direto		R\$		85,07
			B.D.I.		R\$		0,00
			Total Geral		R\$		85,07

Codigo	Descricao do Servico		Unid	Unid.		R\$	Parcial
	Descricao	Insumo		Coef.	R\$		
01.07	0202501	CARGA MANUAL - TERRA - CAMINHAO BASC				M3	
M220029	CACAMBA DE TERRA		M3	1,0000		4,50	4,50
0031046	SERVENTE		H	1,3300		1,72	2,29
							MATERIAIS 4,50
							MAO-DE-OBRA 1,04
							LEIS SOCIAIS 1,25
				Custo Direto		R\$	6,79
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	6,79
01.08	0204402	REATERRO MANUAL C/APILOAMENTO				M3	
0031010	PEDREIRO		H	0,3500		3,56	1,25
0031046	SERVENTE		H	3,5000		1,72	6,02
							MAO-DE-OBRA 3,30
							LEIS SOCIAIS 3,97
				Custo Direto		R\$	7,27
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	7,27
01.09	0213305	FORMA EM CHAPA COMPENSADA US 5X P/FUND.				M2	
M031001	CHAPA COMPENSADA RESINADA 10 MM		M2	0,2100		4,96	1,04
M032015	SARRAFO 1"X3"		M	5,0000		0,90	4,50
M032032	BARROTE 3"X3"		M	0,2800		1,70	0,48
M041001	PREGO 1 1/2"X14		KG	0,0400		1,43	0,06
M041002	PREGO 2 1/2"X10		KG	0,3000		1,24	0,37
M115006	DESMOL		L	0,1000		3,32	0,33
0031005	CARPINTEIRO		H	2,2000		3,63	7,99
0031046	SERVENTE		H	2,2000		1,72	3,78
							MATERIAIS 6,78
							MAO-DE-OBRA 5,35
							LEIS SOCIAIS 6,42
				Custo Direto		R\$	18,55
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	18,55
02.01	0308402	PILARES PM MATERIAL E MONTAGEM 14X14CM				UN	
M032015	SARRAFO 1"X3"		M	2,4000		0,90	2,16
M041002	PREGO 2 1/2"X10		KG	0,1200		1,24	0,15
M123001	PILARES EM CONCRETO PRE-MOLDADO 14X14CM		UN	1,0000		26,51	26,51
0031005	CARPINTEIRO		H	1,0000		3,63	3,63
0031046	SERVENTE		H	1,0000		1,72	1,72
E021048	PONTALETE A2 90 (150X) GETHAL		UN	4,0000		0,20	0,80
							MATERIAIS 28,82
							MAO-DE-OBRA 2,43
							EQUIPAMENTOS 0,80
							LEIS SOCIAIS 2,92
				Custo Direto		R\$	34,97
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	34,97
02.02	0301325	FORMA MAD RES 10MM US 4X C/ESC MET VIGAS				M2	
M031001	CHAPA COMPENSADA RESINADA 10 MM		M2	0,2600		4,96	1,29
M032015	SARRAFO 1"X3"		M	3,2000		0,90	2,88
M032032	BARROTE 3"X3"		M	0,8000		1,70	1,36
M041001	PREGO 1 1/2"X14		KG	0,1500		1,43	0,21
M041002	PREGO 2 1/2"X10		KG	0,2000		1,24	0,25

Codigo	Descricao do Servico		Unid	Unid.		R\$	Parcial
	Descricao	Insumo		Coef.	R\$		
M115006	DESMOL		L	0,1000		3,32	0,33
0031005	CARPINTEIRO		H	1,8000		3,63	6,53
0031046	SERVEANTE		H	1,8000		1,72	3,10
E021048	PONTALETE A2 90 (150X) GETHAL		UN	1,4500		0,20	0,29
							MATERIAIS 6,32
							MAO-DE-OBRA 4,37
							EQUIPAMENTOS 0,29
							LEIS SOCIAIS 5,26
				Custo Direto		R\$	16,24
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	16,24
02.03	0301349	FORMA MAD R10 US3X C/ESC MAD ESCADA C/REC					M2
M031001	CHAPA COMPENSADA RESINADA 10 MM		M2	0,8400		4,96	4,17
M032015	SARRAFO 1"X3"		M	2,1000		0,90	1,89
M032027	ESTRONCA COMUM		M	4,4900		0,75	3,37
M032032	BARROTE 3"X3"		M	1,0700		1,70	1,82
M041001	PREGO 1 1/2"X14		KG	0,0500		1,43	0,07
M041002	PREGO 2 1/2"X10		KG	0,4800		1,24	0,60
M115006	DESMOL		L	0,1000		3,32	0,33
0031005	CARPINTEIRO		H	5,5000		3,63	19,97
0031046	SERVEANTE		H	5,5000		1,72	9,46
							MATERIAIS 12,25
							MAO-DE-OBRA 13,37
							LEIS SOCIAIS 16,06
				Custo Direto		R\$	41,68
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	41,68
02.04	0302002	ARMACAO EM ACO CA50					KG
M041012	ACO CA 50		KG	1,0500		0,83	0,87
M044003	ARAME RECOZIDO N.18		KG	0,0300		1,29	0,04
0031025	ARMADOR		H	0,0600		3,56	0,21
0031046	SERVEANTE		H	0,0300		1,72	0,05
							MATERIAIS 0,91
							MAO-DE-OBRA 0,12
							LEIS SOCIAIS 0,14
				Custo Direto		R\$	1,17
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	1,17
02.05	0302003	ARMACAO EM ACO CA60					KG
M041013	ACO CA 60		KG	1,0500		0,74	0,78
M044003	ARAME RECOZIDO N.18		KG	0,0200		1,29	0,03
0031025	ARMADOR		H	0,0800		3,56	0,28
0031046	SERVEANTE		H	0,0200		1,72	0,03
							MATERIAIS 0,81
							MAO-DE-OBRA 0,15
							LEIS SOCIAIS 0,16
				Custo Direto		R\$	1,12
				B.D.I.		R\$	0,00
				Total Geral		R\$	1,12
02.06	0303304	CONCRETO PM FCK=20MPa BB S/AD P/ESTRUTURA					M3
M025015	CONCRETO BOMBEADO FCK=20MPa		M3	1,1000		102,00	112,20
0031010	PEDREIRO		H	0,4000		3,56	1,42

Codigo	Descricao do Servico		Unid	Unid.		R\$	Parcial
	Descricao	Insumo		Coef.	R\$		
0031046	SERVENTE		H	2,4000	1,72		4,13
							MATERIAIS 112,20
							MAO-DE-OBRA 2,52
							LEIS SOCIAIS 3,03
				Custo Direto	R\$		117,75
				B.D.I.	R\$		0,00
				Total Geral	R\$		117,75
02.07	0307000	ESTRUTURA PRE MOLDADA PARA 2 CAIXAS D'AGUA 1000 L				UN	
M400000	ESTRUTURA PREMOLDADA PARA 2 CAIXAS D'AG			1,0000	530,67		530,67
							MATERIAIS 530,67
				Custo Direto	R\$		530,67
				B.D.I.	R\$		0,00
				Total Geral	R\$		530,67
02.08	0308202	LAJE PRE-MOLDADA EM CONC. ARMADO, INC. MONTAGEM E CONCRETAG M2					
M011048	LAJE PRE MOLDADA EM CONCRETO ARMADO		M2	1,0000	8,36		8,36
M021002	CIMENTO		KG	1,6000	0,12		0,19
M022001	AREIA		M3	0,0060	9,00		0,05
M025015	CONCRETO BOMBEADO FCK=20MPA		M3	0,0600	102,00		6,12
0031005	CARPINTEIRO		H	0,0500	3,63		0,18
0031010	PEDREIRO		H	0,6000	3,56		2,14
0031046	SERVENTE		H	1,0200	1,72		1,75
E012012	ALUGUEL DE MUNCK		H	0,0200	40,00		0,80
E021048	PONTALETE A2 90 (150X) GETHAL		UN	1,0000	0,20		0,20
							MATERIAIS 14,72
							MAO-DE-OBRA 1,85
							EQUIPAMENTOS 1,00
							LEIS SOCIAIS 2,22
				Custo Direto	R\$		19,79
				B.D.I.	R\$		0,00
				Total Geral	R\$		19,79
03.01	0307004	ALVENARIA DE BLOCO CONCRETO 14X19,5X39,5CM ASSENTADO C/COLA M2					
M021002	CIMENTO		KG	2,3000	0,12		0,28
M022001	AREIA		M3	0,0070	9,00		0,06
M115042	COLA CONCENT M QUARTZ		KG	0,0450	2,38		0,11
M123044	BLOCO CIMENTO ESTRUTURAL 14X19,5X39,5CM UN			12,5000	0,32		4,00
0031010	PEDREIRO		H	0,9200	3,56		3,28
0031046	SERVENTE		H	1,1700	1,72		2,01
							MATERIAIS 4,45
							MAO-DE-OBRA 2,40
							LEIS SOCIAIS 2,89
				Custo Direto	R\$		9,74
				B.D.I.	R\$		0,00
				Total Geral	R\$		9,74
04.01	0502302	COBERTA EM TELHA CERAMICA, INCL. MADEIR. E PINTURA				M2	
M014013	COBERTA EM TELHA CERAMICA, INCL. MADEIR M2			1,0000	41,80		41,80
							MATERIAIS 41,80
				Custo Direto	R\$		41,80
				B.D.I.	R\$		0,00
				Total Geral	R\$		41,80

ANEXO III: REPLICAÇÕES

De acordo com LAW & KELTON (1991), o número mínimo de replicações é função do nível de confiança desejado e do erro absoluto pré-estabelecido. Ainda segundo estes autores, o número mínimo de replicações p / o sistema ser validado pode ser obtido pela seguinte equação:

$$n_a^*(\beta) = \min \left\{ n \geq i / t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(n)}{i}} \leq \beta \right\}$$

onde:

$n_a^*(\beta)$ → número mínimo de replicações necessário;

β → erro absoluto;

α → nível de confiança desejado;

n → dimensão da amostra;

i → número da simulação;

$S^2(n)$ → variância da amostra;

Como o número de replicações para a simulação das redes foi fixado em 1000 vezes, resta saber qual é o erro absoluto incorrido durante as replicações. Considerando o empreendimento com suas 20 casas temos:

$$\alpha = 0.01$$

$$i = 1000$$

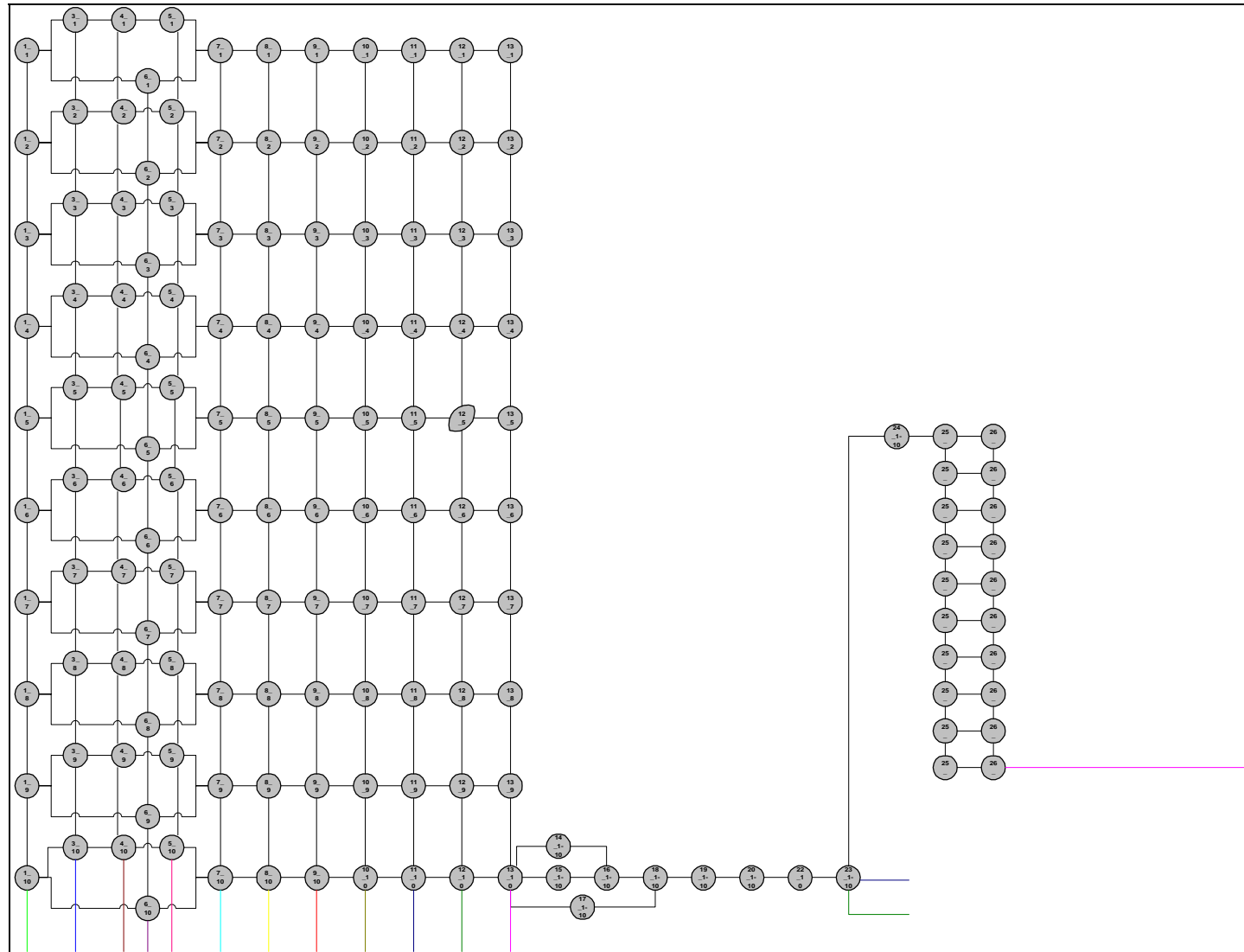
$$S^2(n) = 43.30$$

$$\beta = t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(n)}{i}}$$

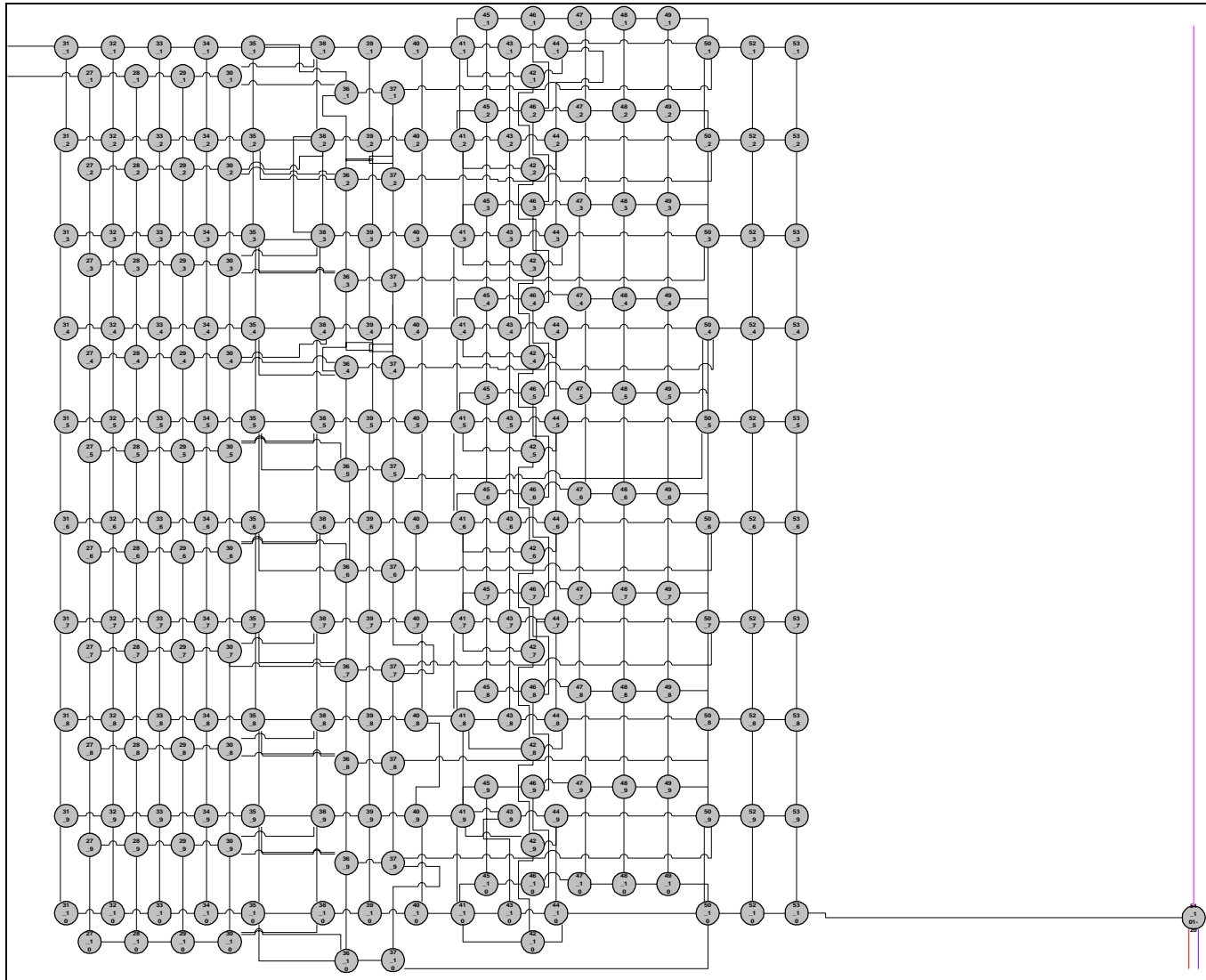
$$\beta = 2,58 \sqrt{\frac{43,30}{1000}}$$

$$\beta = 0,54 \text{ dias}$$

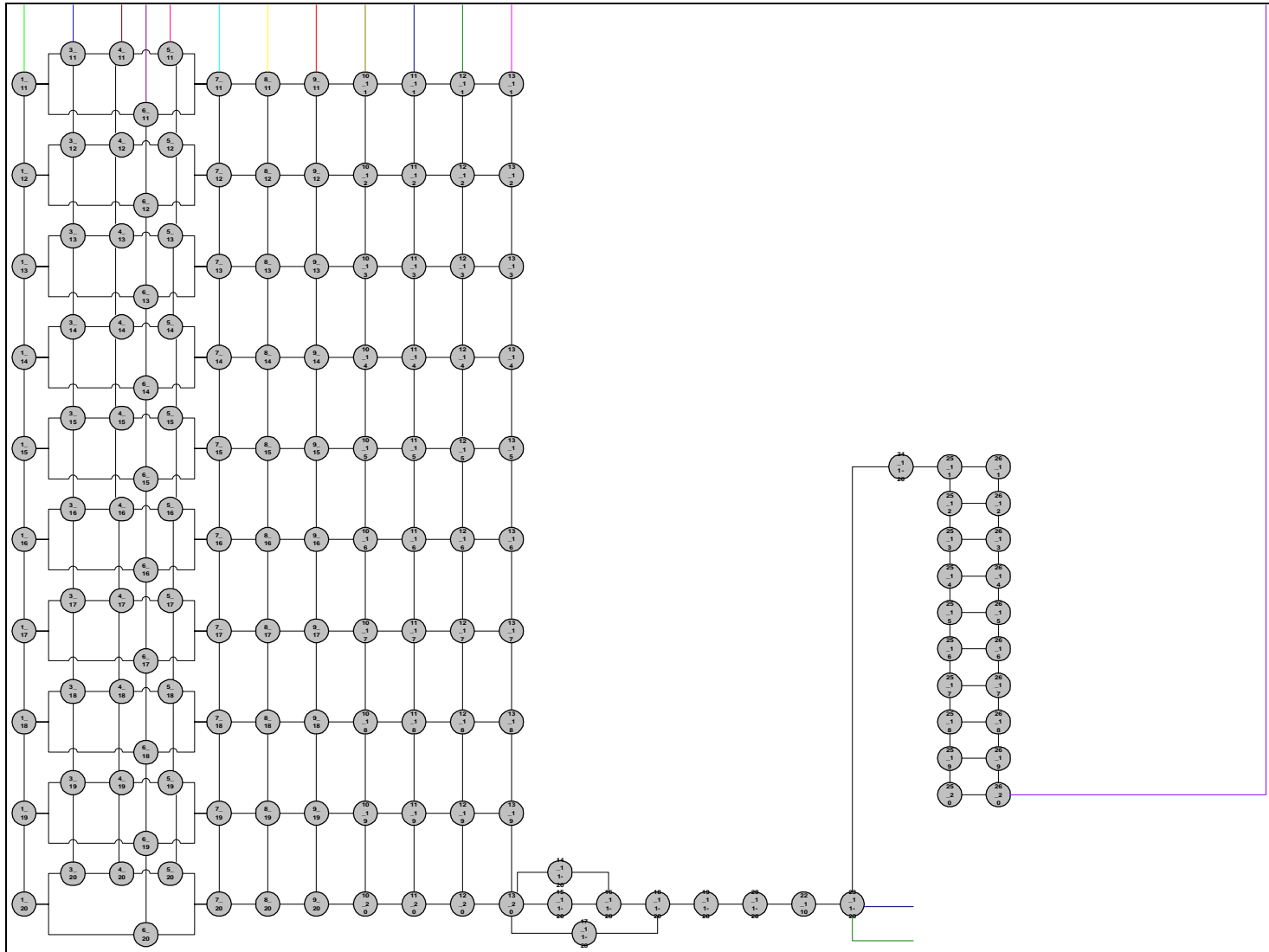
ANEXO IV: REDES DE ATIVIDADES



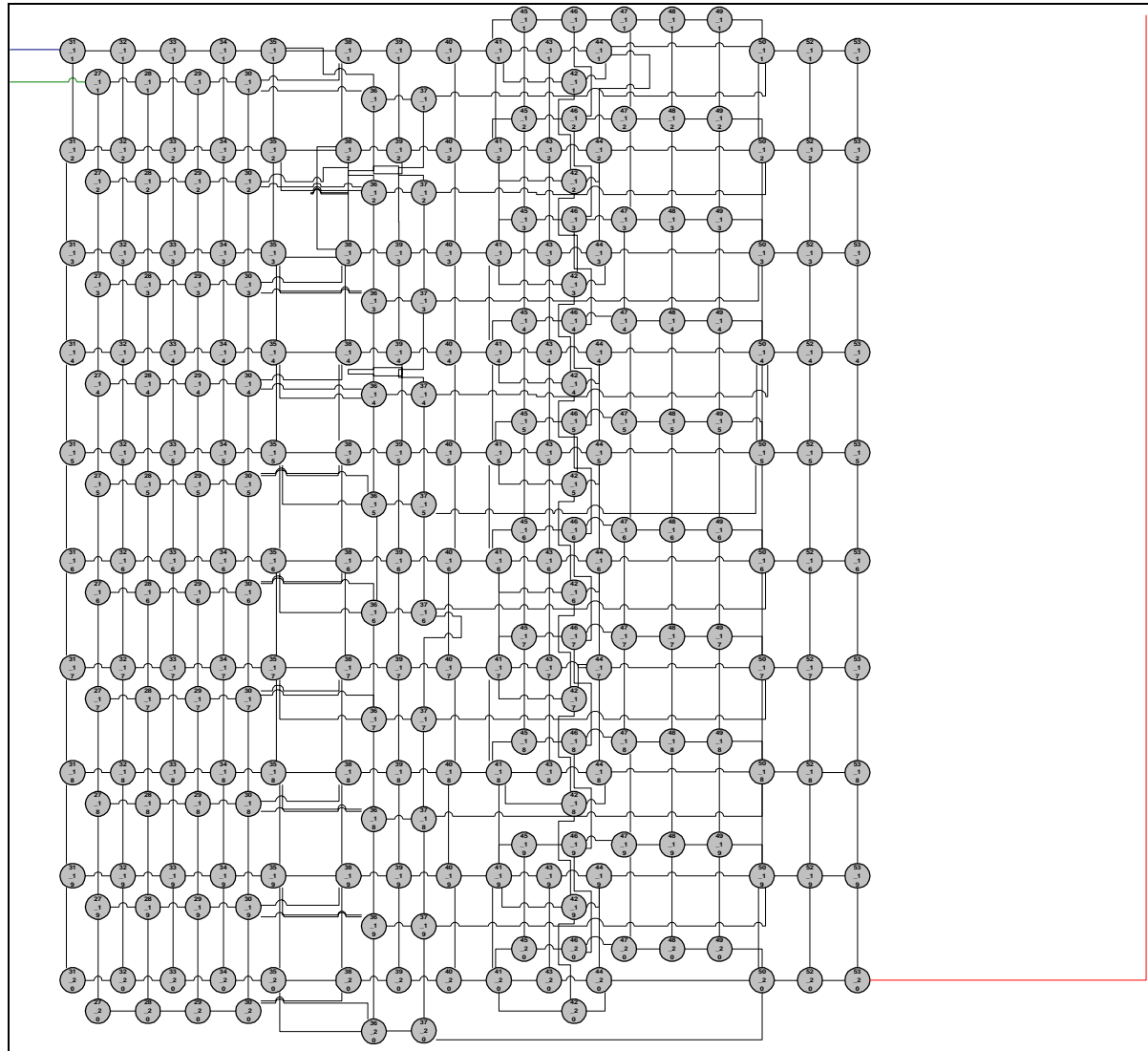
Rede de precedências para as 20 casas (1/4)



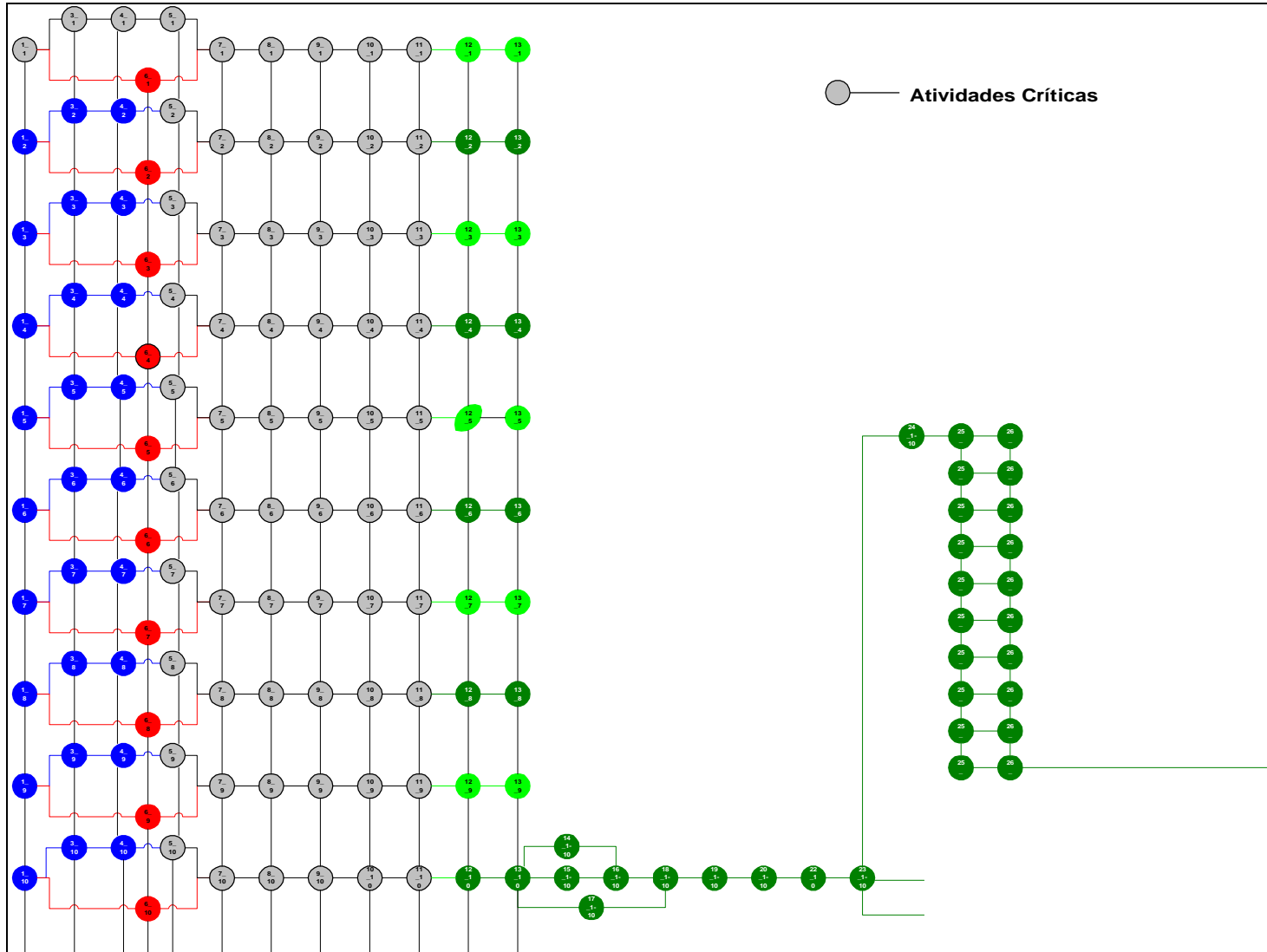
Rede de precedências para as 20 casas (2/4)



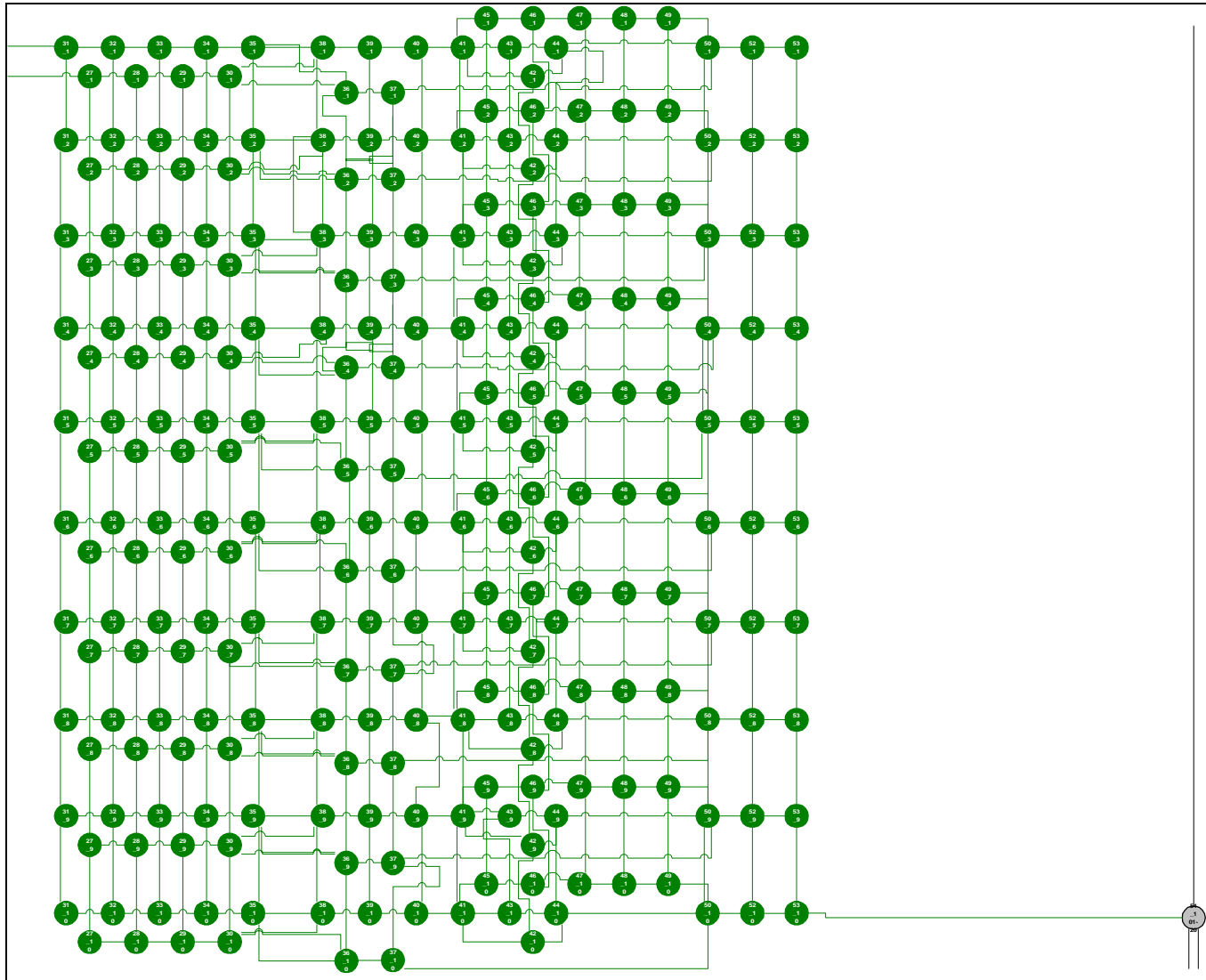
Rede de precedências para as 20 casas (3/4)



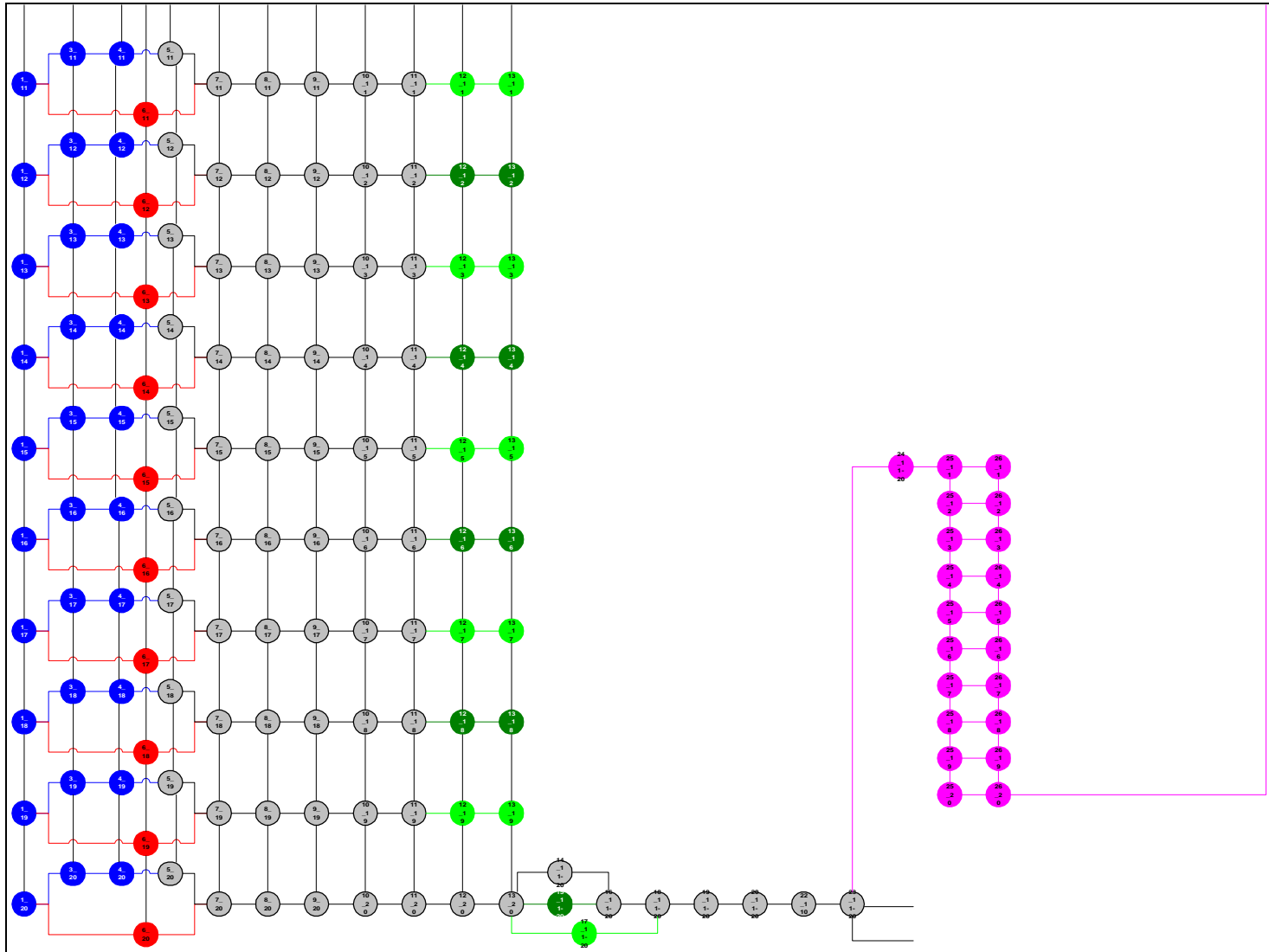
Rede de precedências para as 20 casas (4/4)



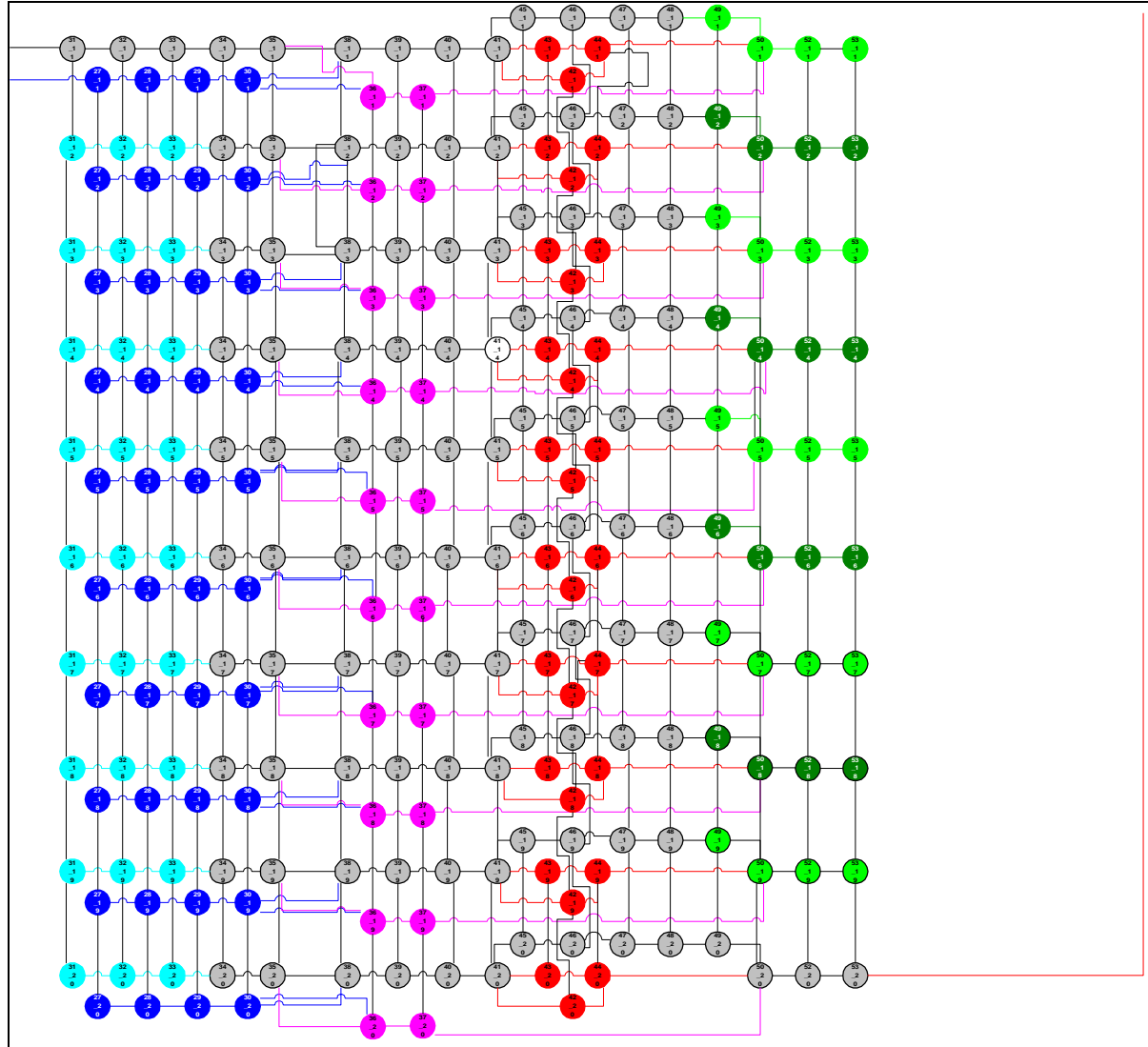
Caminho crítico para a rede de precedências para as 20 casas (1/4)



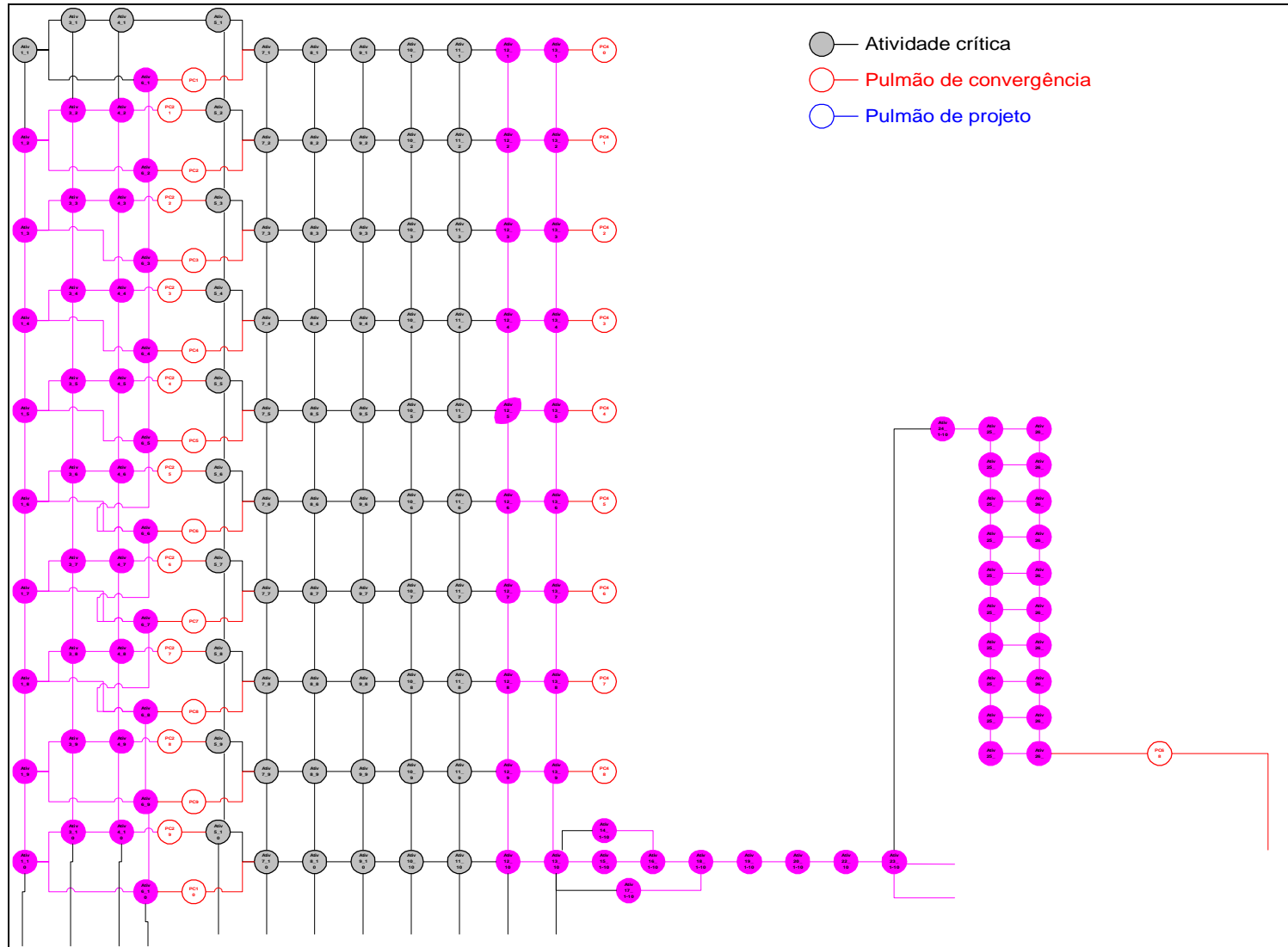
Caminho crítico para a rede de precedências para as 20 casas (2/4)



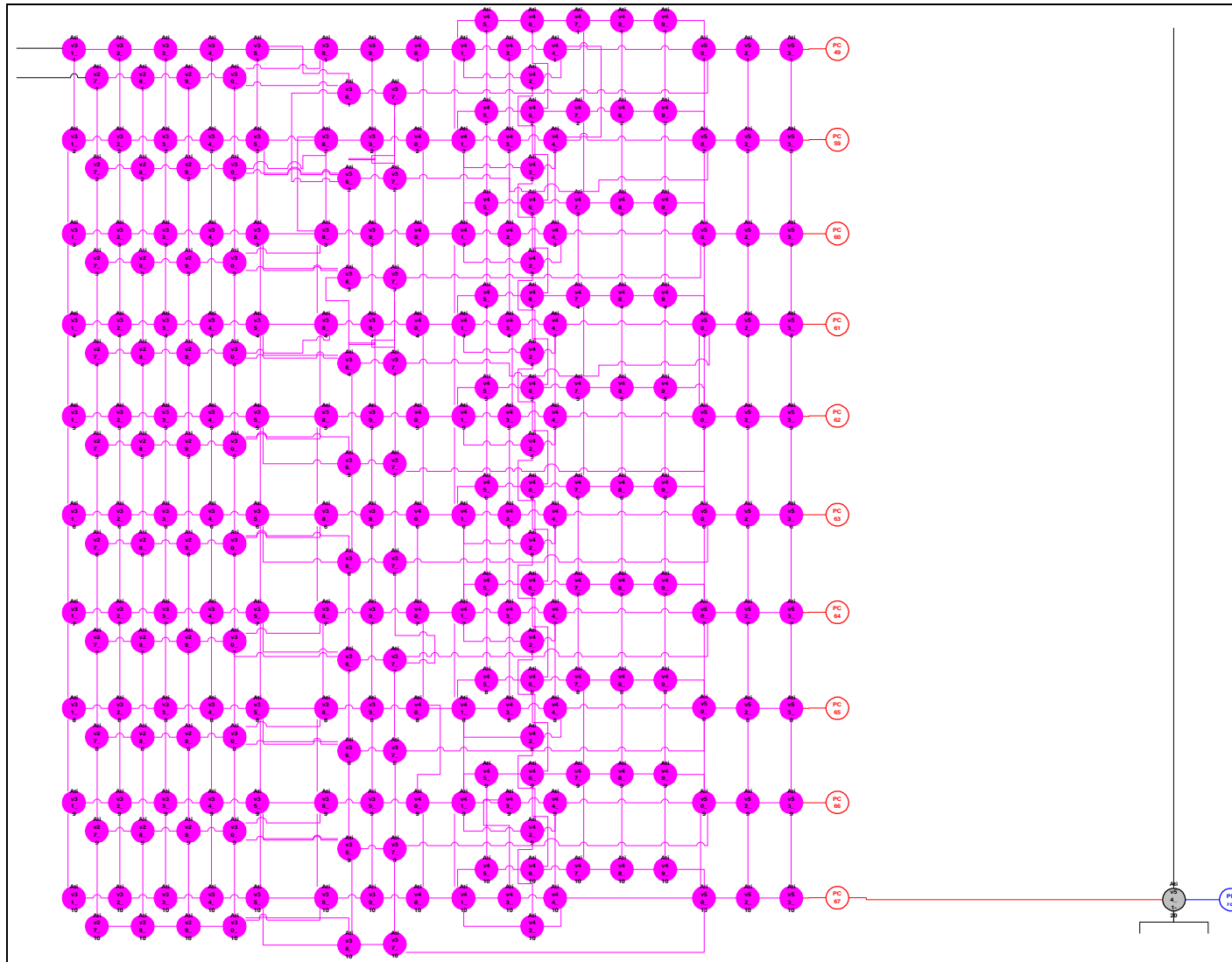
Caminho crítico para a rede de precedências para as 20 casas (3/4)



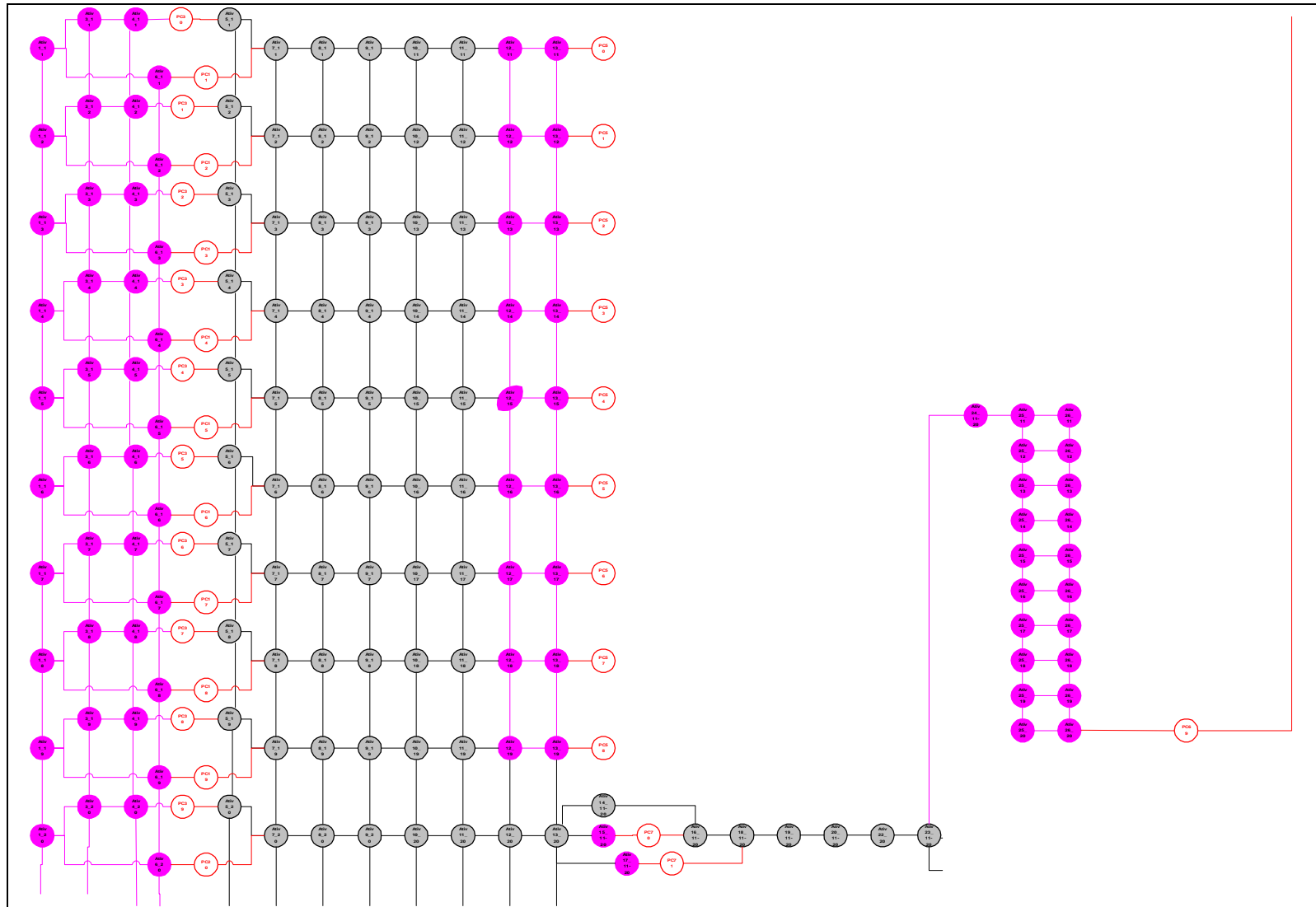
Caminho crítico para a rede de precedências para as 20 casas (4/4)



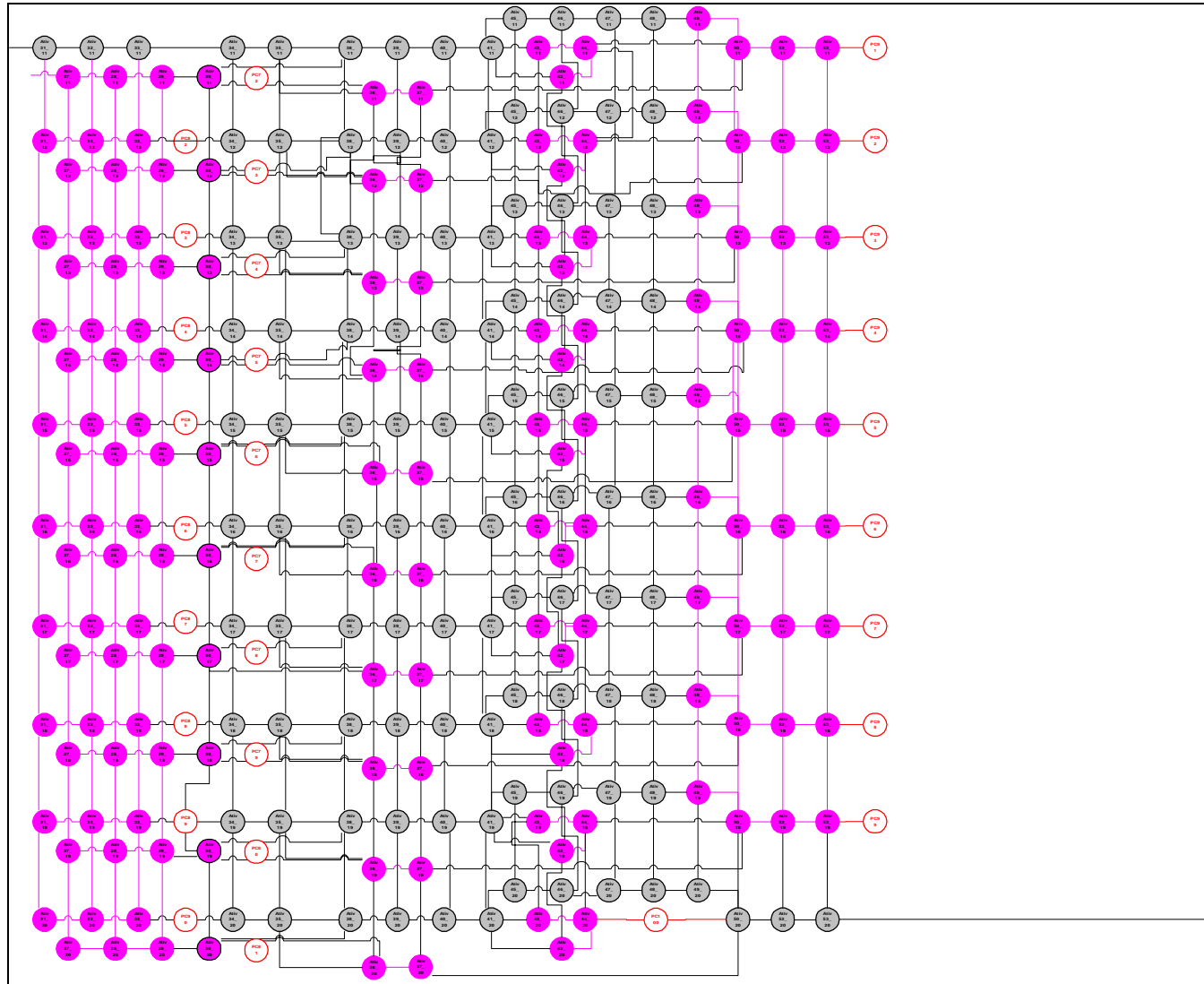
Rede de precedências para as 20 casas com pulmões (1/4)



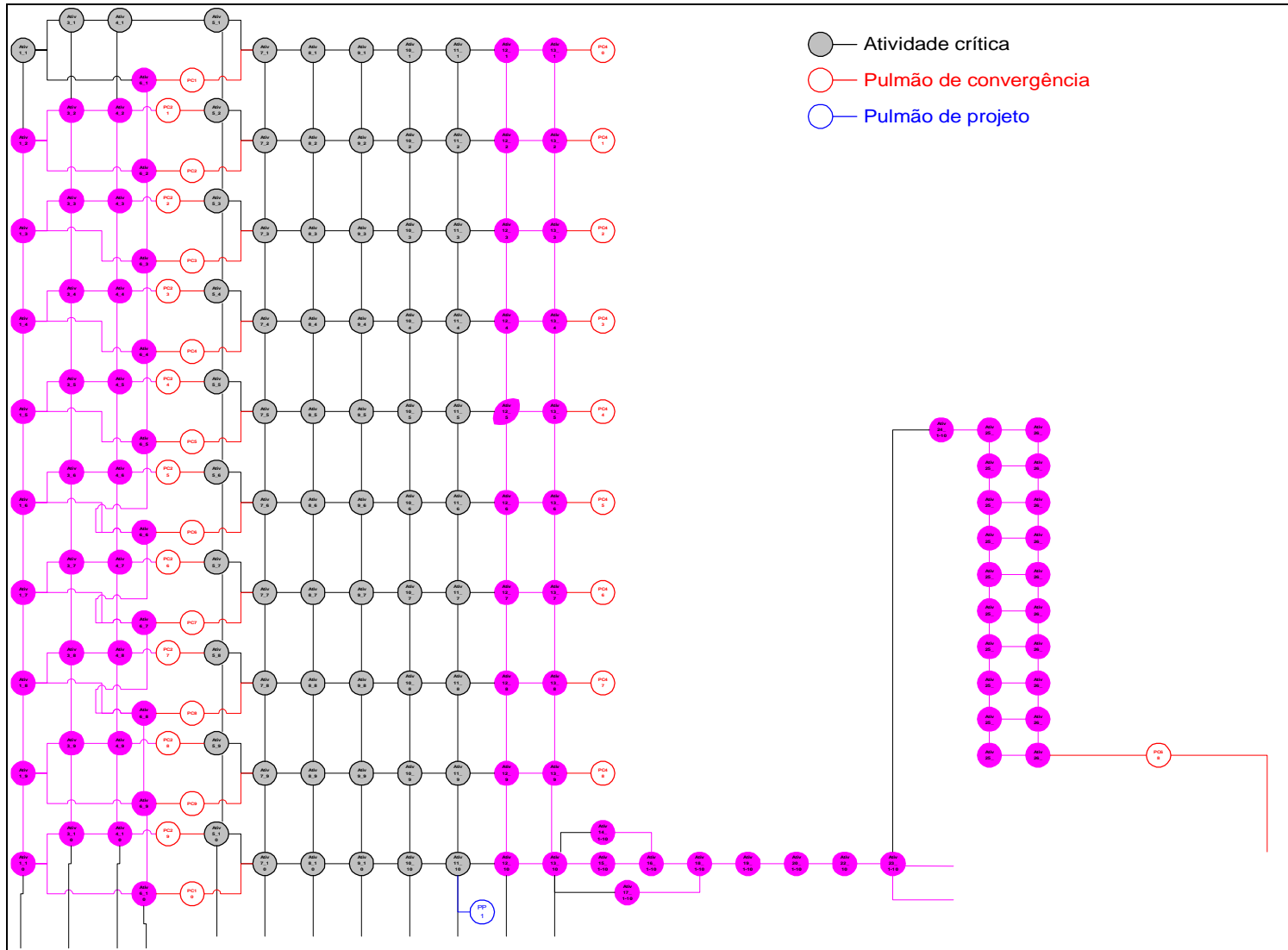
Rede de precedências para as 20 casas com pulmões (2/4)



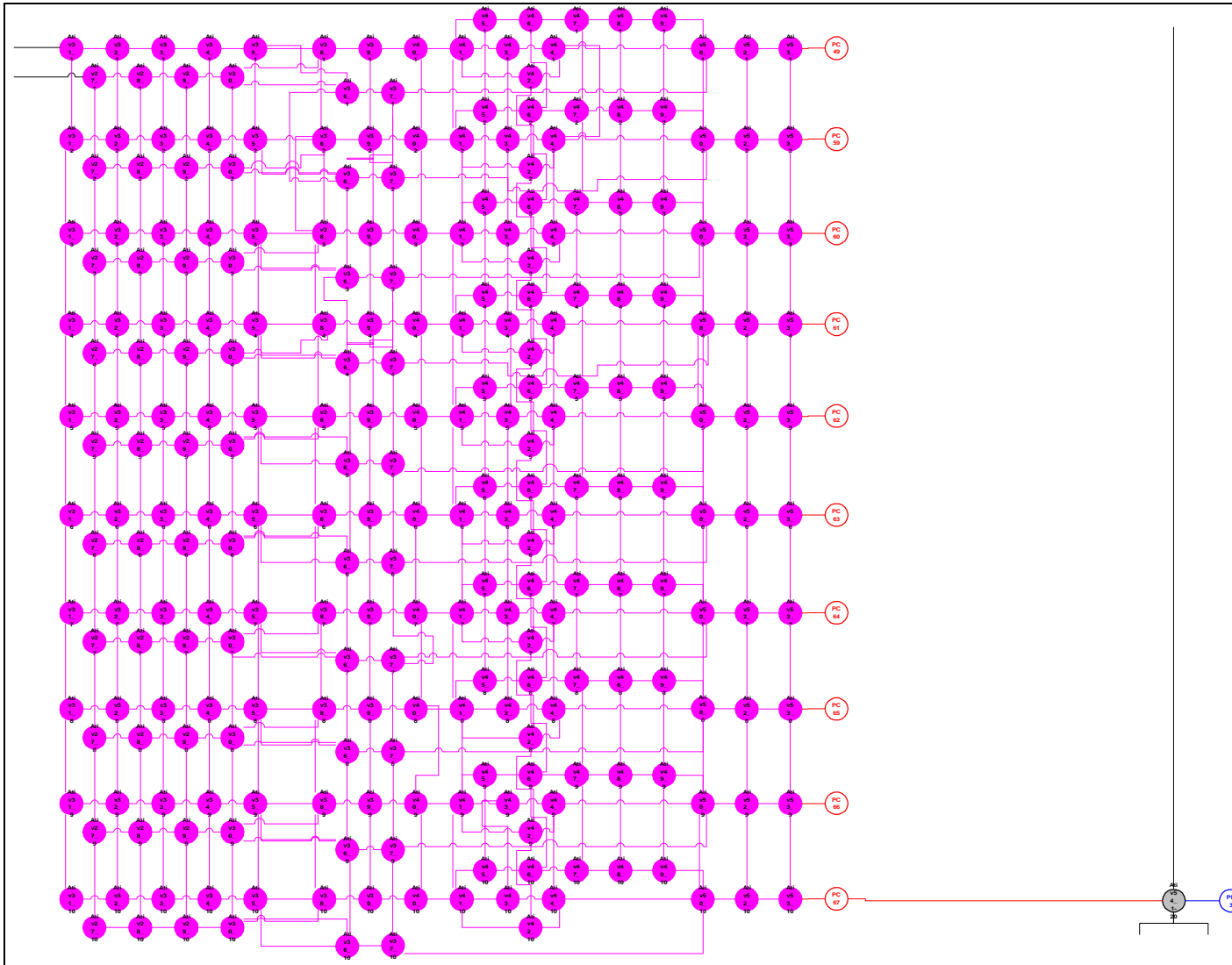
Rede de precedências para as 20 casas com pulmões (3/4)



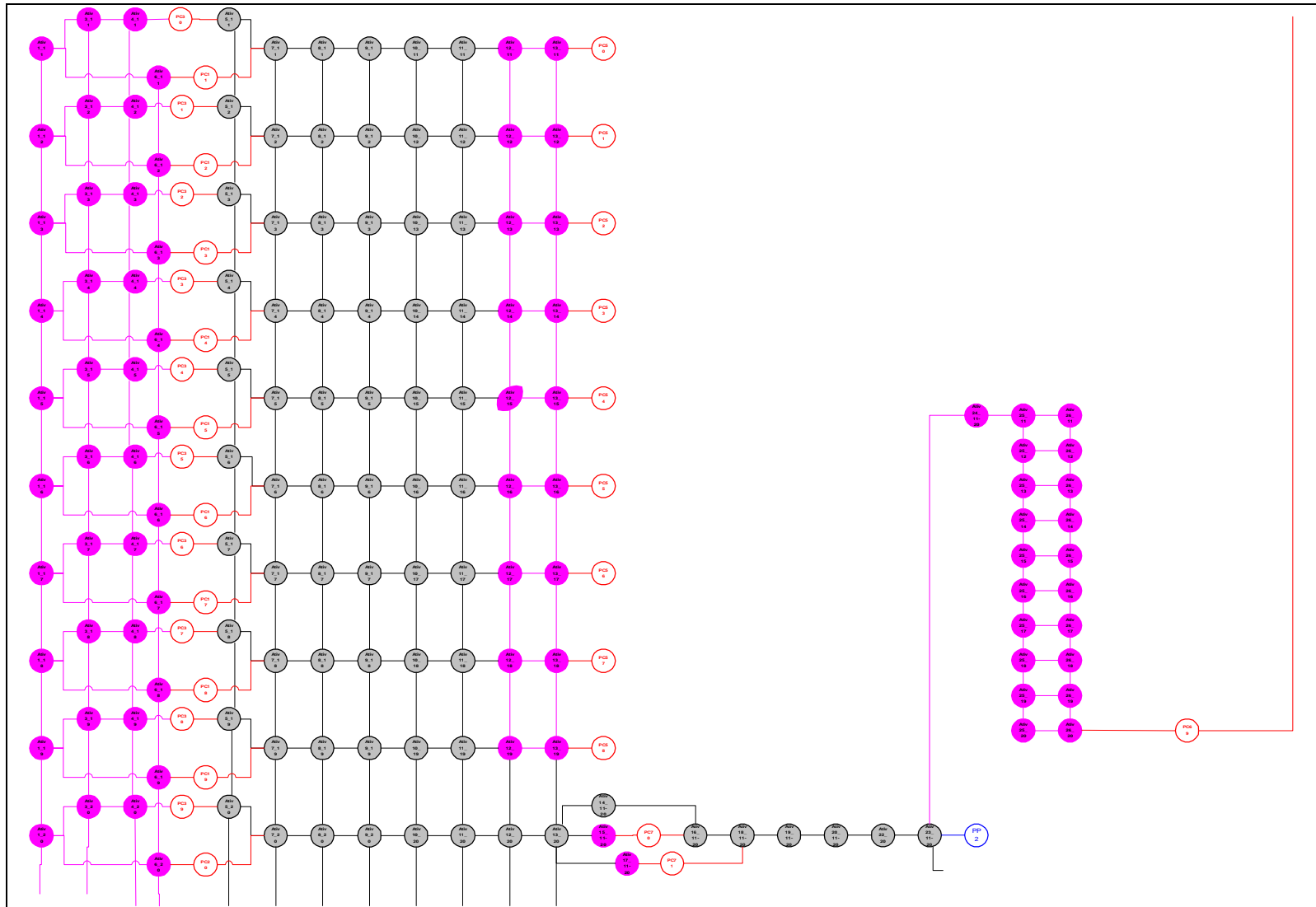
Rede de precedências para as 20 casas com pulmões (4/4)



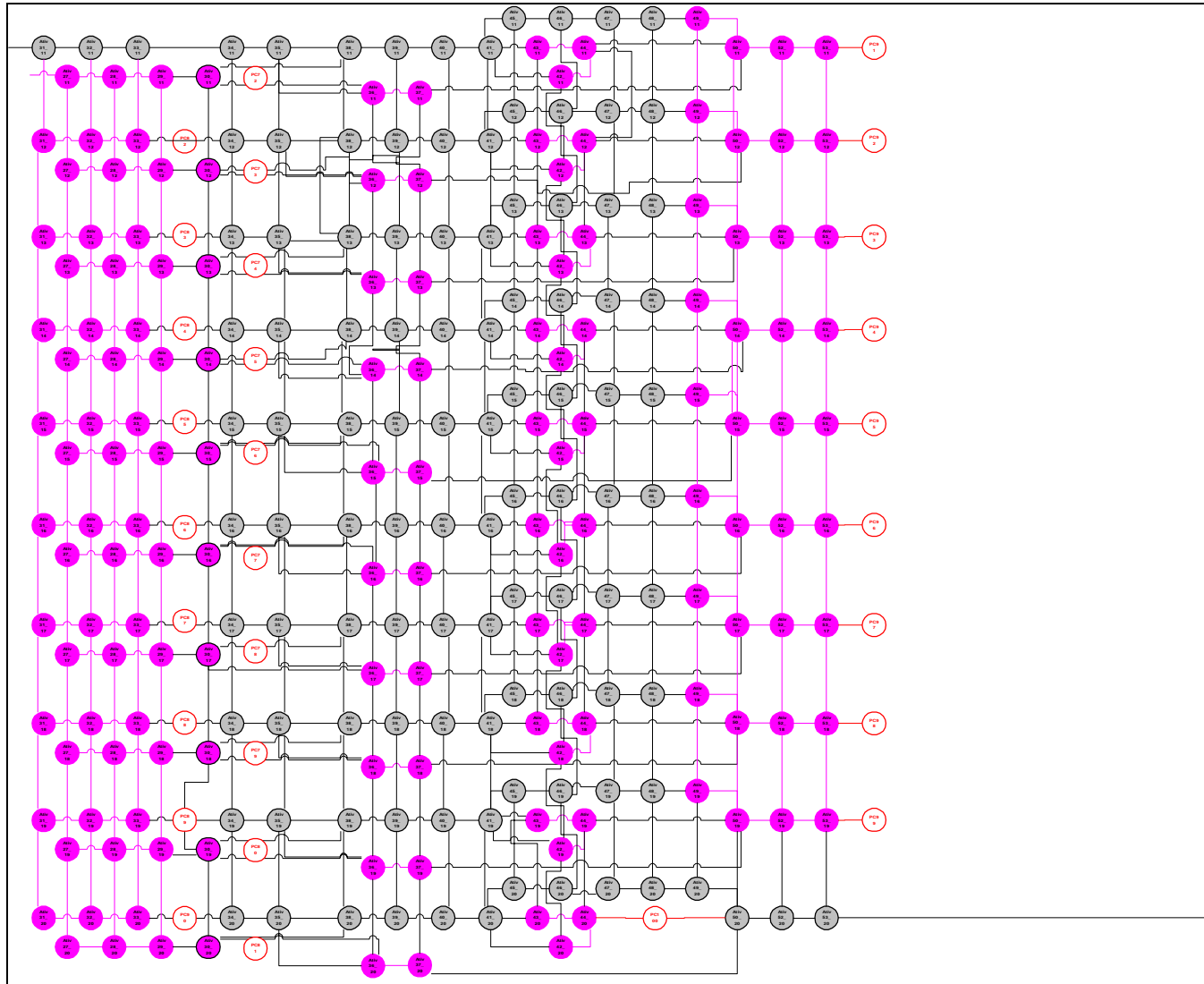
Rede de precedências para as 20 casas com mais de 1 pulmão de projeto (1/4)



Rede de precedências para as 20 casas com mais de 1 pulmão de projeto (2/4)



Rede de precedências para as 20 casas com mais de 1 pulmão de projeto (3/4)



Rede de precedências para as 20 casas com mais de 1 pulmão de projeto (4/4)

ANEXO V: RESULTADOS DE SIMULAÇÕES

Stroboscope Model Arquivo 20 casas - determinístico com custos (1473417600)

Number of replications performed : 1

Average Project Duration : 183.00

Average Project Cost : 452320.24

20 casas: caminho crítico

CPM Activity	Time	ESD	LSD	EFD	LFD	FF	TF	%Critic	Cost
Ativ45_20	2.00	154.00	160.00	156.00	162.00	1.00	6.00	0.00%	65.77
Ativ34_20	3.00	142.00	152.00	145.00	155.00	0.00	10.00	0.00%	303.98
Ativ12_20	1.00	52.00	52.00	53.00	53.00	0.00	0.00	100.00%	8.89
Ativ7_20	2.00	43.00	43.00	45.00	45.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ29_15	2.00	126.00	128.00	128.00	130.00	0.00	2.00	0.00%	359.21
Ativ39_14	1.00	131.00	131.00	132.00	132.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14
Ativ28_14	3.00	120.00	122.00	123.00	125.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ49_13	2.00	145.00	151.00	147.00	153.00	0.00	6.00	0.00%	297.84
Ativ38_13	3.00	125.00	125.00	128.00	128.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ27_13	1.00	112.00	118.00	113.00	119.00	0.00	6.00	0.00%	179.60
Ativ48_12	3.00	139.00	139.00	142.00	142.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ37_12	3.00	125.00	139.00	128.00	142.00	0.00	14.00	0.00%	366.36
Ativ26_12	3.00	118.00	148.00	121.00	151.00	0.00	30.00	0.00%	195.16
Ativ47_11	3.00	133.00	133.00	136.00	136.00	0.00	0.00	100.00%	603.86
Ativ36_11	3.00	119.00	133.00	122.00	136.00	0.00	14.00	0.00%	378.45
Ativ25_11	2.00	113.00	143.00	115.00	145.00	0.00	30.00	0.00%	395.60
Ativ9_11	1.00	29.00	29.00	30.00	30.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ46_10	3.00	133.00	159.00	136.00	162.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ35_10	1.00	121.00	147.00	122.00	148.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ24_1_10	0.00	86.00	141.00	86.00	141.00	0.00	55.00	0.00%	0.00
Ativ13_10	1.00	33.00	43.00	34.00	44.00	0.00	10.00	0.00%	174.85
Ativ8_10	2.00	25.00	25.00	27.00	27.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ6_9	2.00	17.00	19.00	19.00	21.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ7_8	2.00	19.00	19.00	21.00	21.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ8_7	2.00	19.00	19.00	21.00	21.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ9_6	1.00	19.00	19.00	20.00	20.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ50_5	1.00	129.00	165.00	130.00	166.00	0.00	36.00	0.00%	372.58
Ativ40_4	3.00	108.00	134.00	111.00	137.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ52_3	1.00	124.00	164.00	125.00	165.00	0.00	40.00	0.00%	94.40
Ativ41_3	3.00	108.00	134.00	111.00	137.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ30_3	1.00	98.00	126.00	99.00	127.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ53_2	1.00	122.00	164.00	123.00	165.00	2.00	42.00	0.00%	574.52
Ativ42_2	1.00	108.00	160.00	109.00	161.00	0.00	52.00	0.00%	1040.21
Ativ31_2	1.00	87.00	115.00	88.00	116.00	0.00	28.00	0.00%	33.38

Ativ43_1	1.00	105.00	159.00	106.00	160.00	0.00	54.00	0.00%	627.65	Ativ43_2	1.00	108.00	160.00	109.00	161.00	0.00	52.00	0.00%	627.65
Ativ32_1	2.00	87.00	113.00	89.00	115.00	0.00	26.00	0.00%	66.75	Ativ32_2	2.00	89.00	116.00	91.00	118.00	0.00	27.00	0.00%	66.75
Ativ10_1	2.00	10.00	10.00	12.00	12.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ10_2	2.00	12.00	12.00	14.00	14.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ54_1_20	10.00	173.00	173.00	183.00	183.00	0.00	0.00	100.00%	3080.40	Ativ44_1	1.00	106.00	160.00	107.00	161.00	2.00	54.00	0.00%	380.76
Ativ44_20	3.00	157.00	163.00	160.00	166.00	6.00	6.00	0.00%	380.76	Ativ33_1	2.00	89.00	115.00	91.00	117.00	0.00	26.00	0.00%	66.75
Ativ33_20	3.00	132.00	149.00	135.00	152.00	7.00	17.00	0.00%	66.75	Ativ11_1	2.00	12.00	12.00	14.00	14.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ15_11_20	10.00	54.00	59.00	64.00	69.00	5.00	5.00	0.00%	541.36	Ativ43_20	3.00	154.00	160.00	157.00	163.00	0.00	6.00	0.00%	627.65
Ativ14_11_20	15.00	54.00	54.00	69.00	69.00	0.00	0.00	100.00%	12480.80	Ativ32_20	3.00	129.00	146.00	132.00	149.00	0.00	17.00	0.00%	66.75
Ativ11_20	2.00	50.00	50.00	52.00	52.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ16_11_20	10.00	69.00	69.00	79.00	79.00	0.00	0.00	100.00%	541.36
Ativ6_20	2.00	39.00	41.00	41.00	43.00	2.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ10_20	2.00	48.00	48.00	50.00	50.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ29_16	2.00	129.00	131.00	131.00	133.00	0.00	2.00	0.00%	359.21	Ativ5_20	2.00	41.00	41.00	43.00	43.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ39_15	1.00	134.00	134.00	135.00	135.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14	Ativ29_17	2.00	132.00	134.00	134.00	136.00	0.00	2.00	0.00%	359.21
Ativ28_15	3.00	123.00	125.00	126.00	128.00	0.00	2.00	0.00%	538.81	Ativ39_16	1.00	137.00	137.00	138.00	138.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14
Ativ49_14	2.00	148.00	153.00	150.00	155.00	0.00	5.00	0.00%	297.84	Ativ28_16	3.00	126.00	128.00	129.00	131.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ38_14	3.00	128.00	128.00	131.00	131.00	0.00	0.00	100.00%	901.15	Ativ49_15	2.00	151.00	155.00	153.00	157.00	0.00	4.00	0.00%	297.84
Ativ27_14	1.00	113.00	121.00	114.00	122.00	0.00	8.00	0.00%	179.60	Ativ38_15	3.00	131.00	131.00	134.00	134.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ48_13	3.00	142.00	142.00	145.00	145.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ27_15	1.00	114.00	124.00	115.00	125.00	0.00	10.00	0.00%	179.60
Ativ37_13	3.00	128.00	142.00	131.00	145.00	0.00	14.00	0.00%	366.36	Ativ48_14	3.00	145.00	145.00	148.00	148.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ26_13	3.00	121.00	151.00	124.00	154.00	0.00	30.00	0.00%	195.16	Ativ37_14	3.00	131.00	145.00	134.00	148.00	0.00	14.00	0.00%	366.36
Ativ47_12	3.00	136.00	136.00	139.00	139.00	0.00	0.00	100.00%	603.86	Ativ26_14	3.00	124.00	154.00	127.00	157.00	0.00	30.00	0.00%	195.16
Ativ36_12	3.00	122.00	136.00	125.00	139.00	0.00	14.00	0.00%	378.45	Ativ47_13	3.00	139.00	139.00	142.00	142.00	0.00	0.00	100.00%	603.86
Ativ25_12	2.00	115.00	146.00	117.00	148.00	0.00	31.00	0.00%	395.60	Ativ36_13	3.00	125.00	139.00	128.00	142.00	0.00	14.00	0.00%	378.45
Ativ9_12	1.00	31.00	31.00	32.00	32.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ25_13	2.00	117.00	149.00	119.00	151.00	0.00	32.00	0.00%	395.60
Ativ46_11	3.00	130.00	130.00	133.00	133.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ9_13	1.00	33.00	33.00	34.00	34.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ35_11	1.00	118.00	118.00	119.00	119.00	0.00	0.00	100.00%	33.38	Ativ46_12	3.00	133.00	133.00	136.00	136.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ13_11	1.00	35.00	44.00	36.00	45.00	1.00	9.00	0.00%	174.85	Ativ35_12	1.00	121.00	121.00	122.00	122.00	0.00	0.00	100.00%	33.38
Ativ8_11	2.00	27.00	27.00	29.00	29.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ13_12	1.00	37.00	45.00	38.00	46.00	1.00	8.00	0.00%	174.85
Ativ45_10	1.00	132.00	158.00	133.00	159.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ8_12	2.00	29.00	29.00	31.00	31.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ34_10	3.00	118.00	144.00	121.00	147.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ45_11	1.00	129.00	129.00	130.00	130.00	0.00	0.00	100.00%	65.77
Ativ23_1_10	1.00	85.00	111.00	86.00	112.00	0.00	26.00	0.00%	10856.90	Ativ34_11	3.00	115.00	115.00	118.00	118.00	0.00	0.00	100.00%	303.98
Ativ12_10	1.00	32.00	42.00	33.00	43.00	0.00	10.00	0.00%	8.89	Ativ12_11	1.00	34.00	43.00	35.00	44.00	0.00	9.00	0.00%	8.89
Ativ7_10	2.00	23.00	23.00	25.00	25.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ7_11	2.00	25.00	25.00	27.00	27.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ7_9	2.00	21.00	21.00	23.00	23.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ44_10	1.00	133.00	169.00	134.00	170.00	10.00	36.00	0.00%	380.76
Ativ8_8	2.00	21.00	21.00	23.00	23.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ33_10	2.00	107.00	142.00	109.00	144.00	9.00	35.00	0.00%	66.75
Ativ9_7	1.00	21.00	21.00	22.00	22.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ22_1_10	20.00	65.00	91.00	85.00	111.00	0.00	26.00	0.00%	18672.28
Ativ50_6	1.00	132.00	166.00	133.00	167.00	0.00	34.00	0.00%	372.58	Ativ11_10	2.00	30.00	30.00	32.00	32.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ40_5	3.00	111.00	137.00	114.00	140.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14	Ativ6_10	2.00	19.00	21.00	21.00	23.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ52_4	1.00	127.00	165.00	128.00	166.00	0.00	38.00	0.00%	94.40	Ativ8_9	2.00	23.00	23.00	25.00	25.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ41_4	3.00	111.00	137.00	114.00	140.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05	Ativ9_8	1.00	23.00	23.00	24.00	24.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ30_4	1.00	101.00	129.00	102.00	130.00	2.00	28.00	0.00%	179.60	Ativ50_7	1.00	135.00	167.00	136.00	168.00	0.00	32.00	0.00%	372.58
Ativ53_3	1.00	125.00	165.00	126.00	166.00	2.00	40.00	0.00%	574.52	Ativ40_6	3.00	114.00	140.00	117.00	143.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ42_3	1.00	111.00	161.00	112.00	162.00	0.00	50.00	0.00%	1040.21	Ativ52_5	1.00	130.00	166.00	131.00	167.00	0.00	36.00	0.00%	94.40
Ativ31_3	1.00	88.00	118.00	89.00	119.00	0.00	30.00	0.00%	33.38	Ativ41_5	3.00	114.00	140.00	117.00	143.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05

Ativ30_5	1.00	104.00	132.00	105.00	133.00	2.00	28.00	0.00%	179.60	Ativ6_11	2.00	21.00	23.00	23.00	25.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ53_4	1.00	128.00	166.00	129.00	167.00	2.00	38.00	0.00%	574.52	Ativ43_10	1.00	132.00	168.00	133.00	169.00	0.00	36.00	0.00%	627.65
Ativ42_4	1.00	114.00	162.00	115.00	163.00	0.00	48.00	0.00%	1040.21	Ativ32_10	2.00	105.00	140.00	107.00	142.00	0.00	35.00	0.00%	66.75
Ativ31_4	1.00	89.00	121.00	90.00	122.00	0.00	32.00	0.00%	33.38	Ativ10_10	2.00	28.00	28.00	30.00	30.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ43_3	1.00	111.00	161.00	112.00	162.00	0.00	50.00	0.00%	627.65	Ativ5_10	2.00	21.00	21.00	23.00	23.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ32_3	2.00	91.00	119.00	93.00	121.00	0.00	28.00	0.00%	66.75	Ativ9_9	1.00	25.00	25.00	26.00	26.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ10_3	2.00	14.00	14.00	16.00	16.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ50_8	1.00	138.00	168.00	139.00	169.00	0.00	30.00	0.00%	372.58
Ativ44_2	1.00	109.00	161.00	110.00	162.00	2.00	52.00	0.00%	380.76	Ativ40_7	3.00	117.00	143.00	120.00	146.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ33_2	2.00	91.00	118.00	93.00	120.00	0.00	27.00	0.00%	66.75	Ativ52_6	1.00	133.00	167.00	134.00	168.00	0.00	34.00	0.00%	94.40
Ativ11_2	2.00	14.00	14.00	16.00	16.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ41_6	3.00	117.00	143.00	120.00	146.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ45_1	1.00	105.00	131.00	106.00	132.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ30_6	1.00	107.00	135.00	108.00	136.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ34_1	3.00	91.00	117.00	94.00	120.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ53_5	1.00	131.00	167.00	132.00	168.00	2.00	36.00	0.00%	574.52
Ativ12_1	1.00	14.00	33.00	15.00	34.00	0.00	19.00	0.00%	8.89	Ativ42_5	1.00	117.00	163.00	118.00	164.00	0.00	46.00	0.00%	1040.21
Ativ53_20	3.00	170.00	170.00	173.00	173.00	0.00	0.00	100.00%	574.52	Ativ31_5	1.00	90.00	124.00	91.00	125.00	0.00	34.00	0.00%	33.38
Ativ42_20	3.00	154.00	160.00	157.00	163.00	0.00	6.00	0.00%	1040.21	Ativ43_4	1.00	114.00	162.00	115.00	163.00	0.00	48.00	0.00%	627.65
Ativ31_20	1.00	119.00	145.00	120.00	146.00	9.00	26.00	0.00%	33.38	Ativ32_4	2.00	93.00	122.00	95.00	124.00	0.00	29.00	0.00%	66.75
Ativ18_11_20	5.00	79.00	79.00	84.00	84.00	0.00	0.00	100.00%	266.31	Ativ10_4	2.00	16.00	16.00	18.00	18.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ17_11_20	5.00	54.00	74.00	59.00	79.00	20.00	20.00	0.00%	294.71	Ativ44_3	1.00	112.00	162.00	113.00	163.00	2.00	50.00	0.00%	380.76
Ativ4_20	1.00	21.00	40.00	22.00	41.00	19.00	19.00	0.00%	44.74	Ativ33_3	2.00	93.00	121.00	95.00	123.00	0.00	28.00	0.00%	66.75
Ativ29_18	2.00	135.00	137.00	137.00	139.00	0.00	2.00	0.00%	359.21	Ativ11_3	2.00	16.00	16.00	18.00	18.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ39_17	1.00	140.00	140.00	141.00	141.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14	Ativ45_2	1.00	108.00	134.00	109.00	135.00	0.00	26.00	0.00%	65.77
Ativ28_17	3.00	129.00	131.00	132.00	134.00	0.00	2.00	0.00%	538.81	Ativ34_2	3.00	94.00	120.00	97.00	123.00	0.00	26.00	0.00%	303.98
Ativ49_16	2.00	154.00	157.00	156.00	159.00	0.00	3.00	0.00%	297.84	Ativ12_2	1.00	16.00	34.00	17.00	35.00	0.00	18.00	0.00%	8.89
Ativ38_16	3.00	134.00	134.00	137.00	137.00	0.00	0.00	100.00%	901.15	Ativ46_1	3.00	106.00	132.00	109.00	135.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ27_16	1.00	115.00	127.00	116.00	128.00	0.00	12.00	0.00%	179.60	Ativ35_1	1.00	94.00	120.00	95.00	121.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ48_15	3.00	148.00	148.00	151.00	151.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ13_1	1.00	15.00	34.00	16.00	35.00	1.00	19.00	0.00%	174.85
Ativ37_15	3.00	134.00	148.00	137.00	151.00	0.00	14.00	0.00%	366.36	Ativ52_20	1.00	169.00	169.00	170.00	170.00	0.00	0.00	100.00%	94.40
Ativ26_15	3.00	127.00	157.00	130.00	160.00	0.00	30.00	0.00%	195.16	Ativ41_20	1.00	153.00	159.00	154.00	160.00	0.00	6.00	0.00%	1340.05
Ativ47_14	3.00	142.00	142.00	145.00	145.00	0.00	0.00	100.00%	603.86	Ativ30_20	3.00	142.00	153.00	145.00	156.00	1.00	11.00	0.00%	179.60
Ativ36_14	3.00	128.00	142.00	131.00	145.00	0.00	14.00	0.00%	378.45	Ativ20_11_20	2.00	104.00	104.00	106.00	106.00	0.00	0.00	100.00%	0.00
Ativ25_14	2.00	119.00	152.00	121.00	154.00	0.00	33.00	0.00%	395.60	Ativ19_11_20	20.00	84.00	84.00	104.00	104.00	0.00	0.00	100.00%	8325.50
Ativ9_14	1.00	35.00	35.00	36.00	36.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ3_20	1.00	20.00	39.00	21.00	40.00	0.00	19.00	0.00%	38.46
Ativ46_13	3.00	136.00	136.00	139.00	139.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ29_19	2.00	138.00	140.00	140.00	142.00	0.00	2.00	0.00%	359.21
Ativ35_13	1.00	124.00	124.00	125.00	125.00	0.00	0.00	100.00%	33.38	Ativ39_18	1.00	143.00	143.00	144.00	144.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14
Ativ13_13	1.00	39.00	46.00	40.00	47.00	1.00	7.00	0.00%	174.85	Ativ28_18	3.00	132.00	134.00	135.00	137.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ8_13	2.00	31.00	31.00	33.00	33.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ49_17	2.00	157.00	159.00	159.00	161.00	0.00	2.00	0.00%	297.84
Ativ45_12	1.00	132.00	132.00	133.00	133.00	0.00	0.00	100.00%	65.77	Ativ38_17	3.00	137.00	137.00	140.00	140.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ34_12	3.00	118.00	118.00	121.00	121.00	0.00	0.00	100.00%	303.98	Ativ27_17	1.00	116.00	130.00	117.00	131.00	0.00	14.00	0.00%	179.60
Ativ12_12	1.00	36.00	44.00	37.00	45.00	0.00	8.00	0.00%	8.89	Ativ48_16	3.00	151.00	151.00	154.00	154.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ7_12	2.00	27.00	27.00	29.00	29.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ37_16	3.00	137.00	151.00	140.00	154.00	0.00	14.00	0.00%	366.36
Ativ44_11	1.00	130.00	154.00	131.00	155.00	2.00	24.00	0.00%	380.76	Ativ26_16	3.00	130.00	160.00	133.00	163.00	0.00	30.00	0.00%	195.16
Ativ33_11	2.00	113.00	113.00	115.00	115.00	0.00	0.00	100.00%	66.75	Ativ47_15	3.00	145.00	145.00	148.00	148.00	0.00	0.00	100.00%	603.86
Ativ11_11	2.00	32.00	32.00	34.00	34.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ36_15	3.00	131.00	145.00	134.00	148.00	0.00	14.00	0.00%	378.45

Ativ25_15	2.00	121.00	155.00	123.00	157.00	0.00	34.00	0.00%	395.60	Ativ47_1	3.00	109.00	135.00	112.00	138.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ9_15	1.00	37.00	37.00	38.00	38.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ36_1	3.00	95.00	137.00	98.00	140.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ46_14	3.00	139.00	139.00	142.00	142.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ25_1	2.00	86.00	141.00	88.00	143.00	0.00	55.00	0.00%	395.60
Ativ35_14	1.00	127.00	127.00	128.00	128.00	0.00	0.00	100.00%	33.38	Ativ1_1	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	100.00%	186.00
Ativ13_14	1.00	41.00	47.00	42.00	48.00	1.00	6.00	0.00%	174.85	Ativ40_20	1.00	150.00	158.00	151.00	159.00	2.00	8.00	0.00%	1553.14
Ativ8_14	2.00	33.00	33.00	35.00	35.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ22_11_20	3.00	106.00	106.00	109.00	109.00	0.00	0.00	100.00%	18672.28
Ativ45_13	1.00	135.00	135.00	136.00	136.00	0.00	0.00	100.00%	65.77	Ativ39_19	1.00	146.00	146.00	147.00	147.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14
Ativ34_13	3.00	121.00	121.00	124.00	124.00	0.00	0.00	100.00%	303.98	Ativ28_19	3.00	135.00	137.00	138.00	140.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ12_13	1.00	38.00	45.00	39.00	46.00	0.00	7.00	0.00%	8.89	Ativ49_18	2.00	160.00	161.00	162.00	163.00	0.00	1.00	0.00%	297.84
Ativ7_13	2.00	29.00	29.00	31.00	31.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ38_18	3.00	140.00	140.00	143.00	143.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ44_12	1.00	133.00	155.00	134.00	156.00	2.00	22.00	0.00%	380.76	Ativ27_18	1.00	117.00	133.00	118.00	134.00	0.00	16.00	0.00%	179.60
Ativ33_12	2.00	115.00	116.00	117.00	118.00	0.00	1.00	0.00%	66.75	Ativ48_17	3.00	154.00	154.00	157.00	157.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ11_12	2.00	34.00	34.00	36.00	36.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ37_17	3.00	140.00	154.00	143.00	157.00	0.00	14.00	0.00%	366.36
Ativ6_12	2.00	23.00	25.00	25.00	27.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ26_17	3.00	133.00	163.00	136.00	166.00	0.00	30.00	0.00%	195.16
Ativ43_11	1.00	129.00	151.00	130.00	152.00	0.00	22.00	0.00%	627.65	Ativ47_16	3.00	148.00	148.00	151.00	151.00	0.00	0.00	100.00%	603.86
Ativ32_11	2.00	111.00	111.00	113.00	113.00	0.00	0.00	100.00%	66.75	Ativ36_16	3.00	134.00	148.00	137.00	151.00	0.00	14.00	0.00%	378.45
Ativ10_11	2.00	30.00	30.00	32.00	32.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ25_16	2.00	123.00	158.00	125.00	160.00	0.00	35.00	0.00%	395.60
Ativ5_11	2.00	23.00	23.00	25.00	25.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ9_16	1.00	39.00	39.00	40.00	40.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ53_10	1.00	146.00	172.00	147.00	173.00	26.00	26.00	0.00%	574.52	Ativ46_15	3.00	142.00	142.00	145.00	145.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ42_10	1.00	132.00	168.00	133.00	169.00	0.00	36.00	0.00%	1040.21	Ativ35_15	1.00	130.00	130.00	131.00	131.00	0.00	0.00	100.00%	33.38
Ativ31_10	1.00	95.00	139.00	96.00	140.00	9.00	44.00	0.00%	33.38	Ativ13_15	1.00	43.00	48.00	44.00	49.00	1.00	5.00	0.00%	174.85
Ativ20_1_10	0.00	65.00	91.00	65.00	91.00	0.00	26.00	0.00%	0.00	Ativ8_15	2.00	35.00	35.00	37.00	37.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ4_10	1.00	11.00	20.00	12.00	21.00	0.00	9.00	0.00%	44.74	Ativ45_14	1.00	138.00	138.00	139.00	139.00	0.00	0.00	100.00%	65.77
Ativ50_9	1.00	141.00	169.00	142.00	170.00	0.00	28.00	0.00%	372.58	Ativ34_14	3.00	124.00	124.00	127.00	127.00	0.00	0.00	100.00%	303.98
Ativ40_8	3.00	120.00	146.00	123.00	149.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14	Ativ12_14	1.00	40.00	46.00	41.00	47.00	0.00	6.00	0.00%	8.89
Ativ52_7	1.00	136.00	168.00	137.00	169.00	0.00	32.00	0.00%	94.40	Ativ7_14	2.00	31.00	31.00	33.00	33.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ41_7	3.00	120.00	146.00	123.00	149.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05	Ativ44_13	1.00	136.00	156.00	137.00	157.00	2.00	20.00	0.00%	380.76
Ativ30_7	1.00	110.00	138.00	111.00	139.00	2.00	28.00	0.00%	179.60	Ativ33_13	2.00	117.00	119.00	119.00	121.00	0.00	2.00	0.00%	66.75
Ativ53_6	1.00	134.00	168.00	135.00	169.00	2.00	34.00	0.00%	574.52	Ativ11_13	2.00	36.00	36.00	38.00	38.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ42_6	1.00	120.00	164.00	121.00	165.00	0.00	44.00	0.00%	1040.21	Ativ6_13	2.00	25.00	27.00	27.00	29.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ31_6	1.00	91.00	127.00	92.00	128.00	0.00	36.00	0.00%	33.38	Ativ43_12	1.00	132.00	152.00	133.00	153.00	0.00	20.00	0.00%	627.65
Ativ43_5	1.00	117.00	163.00	118.00	164.00	0.00	46.00	0.00%	627.65	Ativ32_12	2.00	113.00	114.00	115.00	116.00	0.00	1.00	0.00%	66.75
Ativ32_5	2.00	95.00	125.00	97.00	127.00	0.00	30.00	0.00%	66.75	Ativ10_12	2.00	32.00	32.00	34.00	34.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ10_5	2.00	18.00	18.00	20.00	20.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ5_12	2.00	25.00	25.00	27.00	27.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ44_4	1.00	115.00	163.00	116.00	164.00	2.00	48.00	0.00%	380.76	Ativ53_11	1.00	143.00	161.00	144.00	162.00	2.00	18.00	0.00%	574.52
Ativ33_4	2.00	95.00	124.00	97.00	126.00	0.00	29.00	0.00%	66.75	Ativ42_11	1.00	129.00	151.00	130.00	152.00	0.00	22.00	0.00%	1040.21
Ativ1_4	2.00	18.00	18.00	20.00	20.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ31_11	1.00	110.00	110.00	111.00	111.00	0.00	0.00	100.00%	33.38
Ativ45_3	1.00	111.00	137.00	112.00	138.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ4_11	1.00	12.00	22.00	13.00	23.00	0.00	10.00	0.00%	44.74
Ativ34_3	3.00	97.00	123.00	100.00	126.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ52_10	1.00	145.00	171.00	146.00	172.00	0.00	26.00	0.00%	94.40
Ativ12_3	1.00	18.00	35.00	19.00	36.00	0.00	17.00	0.00%	8.89	Ativ41_10	3.00	129.00	155.00	132.00	158.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ46_2	3.00	109.00	135.00	112.00	138.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ30_10	1.00	119.00	147.00	120.00	148.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ35_2	1.00	97.00	123.00	98.00	124.00	0.00	26.00	0.00%	33.38	Ativ3_10	1.00	10.00	19.00	11.00	20.00	0.00	9.00	0.00%	38.46
Ativ13_2	1.00	17.00	35.00	18.00	36.00	1.00	18.00	0.00%	174.85	Ativ40_9	3.00	123.00	149.00	126.00	152.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14

Ativ52_8	1.00	139.00	169.00	140.00	170.00	0.00	30.00	0.00%	94.40	Ativ34_15	3.00	127.00	127.00	130.00	130.00	0.00	0.00	100.00%	303.98
Ativ41_8	3.00	123.00	149.00	126.00	152.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05	Ativ12_15	1.00	42.00	47.00	43.00	48.00	0.00	5.00	0.00%	8.89
Ativ30_8	1.00	113.00	141.00	114.00	142.00	2.00	28.00	0.00%	179.60	Ativ7_15	2.00	33.00	33.00	35.00	35.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ53_7	1.00	137.00	169.00	138.00	170.00	2.00	32.00	0.00%	574.52	Ativ44_14	1.00	139.00	157.00	140.00	158.00	2.00	18.00	0.00%	380.76
Ativ42_7	1.00	123.00	165.00	124.00	166.00	0.00	42.00	0.00%	1040.21	Ativ33_14	2.00	119.00	122.00	121.00	124.00	0.00	3.00	0.00%	66.75
Ativ31_7	1.00	92.00	130.00	93.00	131.00	0.00	38.00	0.00%	33.38	Ativ11_14	2.00	38.00	38.00	40.00	40.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ43_6	1.00	120.00	164.00	121.00	165.00	0.00	44.00	0.00%	627.65	Ativ6_14	2.00	27.00	29.00	29.00	31.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ32_6	2.00	97.00	128.00	99.00	130.00	0.00	31.00	0.00%	66.75	Ativ43_13	1.00	135.00	153.00	136.00	154.00	0.00	18.00	0.00%	627.65
Ativ10_6	2.00	20.00	20.00	22.00	22.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ32_13	2.00	115.00	117.00	117.00	119.00	0.00	2.00	0.00%	66.75
Ativ44_5	1.00	118.00	164.00	119.00	165.00	2.00	46.00	0.00%	380.76	Ativ10_13	2.00	34.00	34.00	36.00	36.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ33_5	2.00	97.00	127.00	99.00	129.00	0.00	30.00	0.00%	66.75	Ativ5_13	2.00	27.00	27.00	29.00	29.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ11_5	2.00	20.00	20.00	22.00	22.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ53_12	1.00	146.00	162.00	147.00	163.00	2.00	16.00	0.00%	574.52
Ativ45_4	1.00	114.00	140.00	115.00	141.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ42_12	1.00	132.00	152.00	133.00	153.00	0.00	20.00	0.00%	1040.21
Ativ34_4	3.00	100.00	126.00	103.00	129.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ31_12	1.00	111.00	113.00	112.00	114.00	0.00	2.00	0.00%	33.38
Ativ12_4	1.00	20.00	36.00	21.00	37.00	0.00	16.00	0.00%	8.89	Ativ4_12	1.00	13.00	24.00	14.00	25.00	0.00	11.00	0.00%	44.74
Ativ46_3	3.00	112.00	138.00	115.00	141.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ52_11	1.00	142.00	160.00	143.00	161.00	0.00	18.00	0.00%	94.40
Ativ35_3	1.00	100.00	126.00	101.00	127.00	0.00	26.00	0.00%	33.38	Ativ41_11	3.00	126.00	126.00	129.00	129.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05
Ativ13_3	1.00	19.00	36.00	20.00	37.00	1.00	17.00	0.00%	174.85	Ativ30_11	1.00	116.00	118.00	117.00	119.00	2.00	2.00	0.00%	179.60
Ativ47_2	3.00	112.00	138.00	115.00	141.00	0.00	26.00	0.00%	603.86	Ativ3_11	1.00	11.00	21.00	12.00	22.00	0.00	10.00	0.00%	38.46
Ativ36_2	3.00	98.00	140.00	101.00	143.00	0.00	42.00	0.00%	378.45	Ativ40_10	3.00	126.00	152.00	129.00	155.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ25_2	2.00	88.00	144.00	90.00	146.00	0.00	56.00	0.00%	395.60	Ativ52_9	1.00	142.00	170.00	143.00	171.00	0.00	28.00	0.00%	94.40
Ativ1_2	1.00	1.00	2.00	2.00	3.00	0.00	1.00	0.00%	186.00	Ativ41_9	3.00	126.00	152.00	129.00	155.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ48_1	3.00	112.00	138.00	115.00	141.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ30_9	1.00	116.00	144.00	117.00	145.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ37_1	3.00	98.00	140.00	101.00	143.00	0.00	42.00	0.00%	366.36	Ativ53_8	1.00	140.00	170.00	141.00	171.00	2.00	30.00	0.00%	574.52
Ativ26_1	3.00	88.00	143.00	91.00	146.00	0.00	55.00	0.00%	195.16	Ativ42_8	1.00	126.00	166.00	127.00	167.00	0.00	40.00	0.00%	1040.21
Ativ50_20	3.00	166.00	166.00	169.00	169.00	0.00	0.00	100.00%	372.58	Ativ31_8	1.00	93.00	133.00	94.00	134.00	0.00	40.00	0.00%	33.38
Ativ23_11_20	1.00	109.00	109.00	110.00	110.00	0.00	0.00	100.00%	10856.90	Ativ43_7	1.00	123.00	165.00	124.00	166.00	0.00	42.00	0.00%	627.65
Ativ1_20	1.00	19.00	38.00	20.00	39.00	0.00	19.00	0.00%	186.00	Ativ32_7	2.00	99.00	131.00	101.00	133.00	0.00	32.00	0.00%	66.75
Ativ49_19	2.00	163.00	163.00	165.00	165.00	0.00	0.00	100.00%	297.84	Ativ10_7	2.00	22.00	22.00	24.00	24.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ38_19	3.00	143.00	143.00	146.00	146.00	0.00	0.00	100.00%	901.15	Ativ44_6	1.00	121.00	165.00	122.00	166.00	2.00	44.00	0.00%	380.76
Ativ27_19	1.00	118.00	136.00	119.00	137.00	0.00	18.00	0.00%	179.60	Ativ33_6	2.00	99.00	130.00	101.00	132.00	0.00	31.00	0.00%	66.75
Ativ48_18	3.00	157.00	157.00	160.00	160.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ11_6	2.00	22.00	22.00	24.00	24.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ37_18	3.00	143.00	157.00	146.00	160.00	0.00	14.00	0.00%	366.36	Ativ45_5	1.00	117.00	143.00	118.00	144.00	0.00	26.00	0.00%	65.77
Ativ26_18	3.00	136.00	166.00	139.00	169.00	0.00	30.00	0.00%	195.16	Ativ34_5	3.00	103.00	129.00	106.00	132.00	0.00	26.00	0.00%	303.98
Ativ47_17	3.00	151.00	151.00	154.00	154.00	0.00	0.00	100.00%	603.86	Ativ12_5	1.00	22.00	37.00	23.00	38.00	0.00	15.00	0.00%	8.89
Ativ36_17	3.00	137.00	151.00	140.00	154.00	0.00	14.00	0.00%	378.45	Ativ46_4	3.00	115.00	141.00	118.00	144.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ25_17	2.00	125.00	161.00	127.00	163.00	0.00	36.00	0.00%	395.60	Ativ35_4	1.00	103.00	129.00	104.00	130.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ9_17	1.00	41.00	41.00	42.00	42.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ13_4	1.00	21.00	37.00	22.00	38.00	1.00	16.00	0.00%	174.85
Ativ46_16	3.00	145.00	145.00	148.00	148.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ47_3	3.00	115.00	141.00	118.00	144.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ35_16	1.00	133.00	133.00	134.00	134.00	0.00	0.00	100.00%	33.38	Ativ36_3	3.00	101.00	143.00	104.00	146.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ13_16	1.00	45.00	49.00	46.00	50.00	1.00	4.00	0.00%	174.85	Ativ25_3	2.00	90.00	147.00	92.00	149.00	0.00	57.00	0.00%	395.60
Ativ8_16	2.00	37.00	37.00	39.00	39.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ1_3	1.00	2.00	4.00	3.00	5.00	0.00	2.00	0.00%	186.00
Ativ45_15	1.00	141.00	141.00	142.00	142.00	0.00	0.00	100.00%	65.77	Ativ48_2	3.00	115.00	141.00	118.00	144.00	0.00	26.00	0.00%	738.81

Ativ37_2	3.00	101.00	143.00	104.00	146.00	0.00	42.00	0.00%	366.36	Ativ31_9	1.00	94.00	136.00	95.00	137.00	0.00	42.00	0.00%	33.38
Ativ26_2	3.00	91.00	146.00	94.00	149.00	0.00	55.00	0.00%	195.16	Ativ43_8	1.00	126.00	166.00	127.00	167.00	0.00	40.00	0.00%	627.65
Ativ49_1	2.00	115.00	150.00	117.00	152.00	0.00	35.00	0.00%	297.84	Ativ32_8	2.00	101.00	134.00	103.00	136.00	0.00	33.00	0.00%	66.75
Ativ38_1	3.00	95.00	121.00	98.00	124.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ10_8	2.00	24.00	24.00	26.00	26.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ27_1	1.00	86.00	114.00	87.00	115.00	0.00	28.00	0.00%	179.60	Ativ44_7	1.00	124.00	166.00	125.00	167.00	2.00	42.00	0.00%	380.76
Ativ3_1	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00	100.00%	38.46	Ativ33_7	2.00	101.00	133.00	103.00	135.00	0.00	32.00	0.00%	66.75
Ativ24_11_20	3.00	110.00	140.00	113.00	143.00	0.00	30.00	0.00%	0.00	Ativ11_7	2.00	24.00	24.00	26.00	26.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ48_19	3.00	160.00	160.00	163.00	163.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ45_6	1.00	120.00	146.00	121.00	147.00	0.00	26.00	0.00%	65.77
Ativ37_19	3.00	146.00	160.00	149.00	163.00	0.00	14.00	0.00%	366.36	Ativ34_6	3.00	106.00	132.00	109.00	135.00	0.00	26.00	0.00%	303.98
Ativ26_19	3.00	139.00	169.00	142.00	172.00	0.00	30.00	0.00%	195.16	Ativ12_6	1.00	24.00	38.00	25.00	39.00	0.00	14.00	0.00%	8.89
Ativ47_18	3.00	154.00	154.00	157.00	157.00	0.00	0.00	100.00%	603.86	Ativ46_5	3.00	118.00	144.00	121.00	147.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ36_18	3.00	140.00	154.00	143.00	157.00	0.00	14.00	0.00%	378.45	Ativ35_5	1.00	106.00	132.00	107.00	133.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ25_18	2.00	127.00	164.00	129.00	166.00	0.00	37.00	0.00%	395.60	Ativ13_5	1.00	23.00	38.00	24.00	39.00	1.00	15.00	0.00%	174.85
Ativ9_18	1.00	43.00	43.00	44.00	44.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ47_4	3.00	118.00	144.00	121.00	147.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ46_17	3.00	148.00	148.00	151.00	151.00	0.00	0.00	100.00%	738.81	Ativ36_4	3.00	104.00	146.00	107.00	149.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ35_17	1.00	136.00	136.00	137.00	137.00	0.00	0.00	100.00%	33.38	Ativ25_4	2.00	92.00	150.00	94.00	152.00	0.00	58.00	0.00%	395.60
Ativ13_17	1.00	47.00	50.00	48.00	51.00	1.00	3.00	0.00%	174.85	Ativ1_4	1.00	3.00	6.00	4.00	7.00	0.00	3.00	0.00%	186.00
Ativ8_17	2.00	39.00	39.00	41.00	41.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ48_3	3.00	118.00	144.00	121.00	147.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ45_16	1.00	144.00	144.00	145.00	145.00	0.00	0.00	100.00%	65.77	Ativ37_3	3.00	104.00	146.00	107.00	149.00	0.00	42.00	0.00%	366.36
Ativ34_16	3.00	130.00	130.00	133.00	133.00	0.00	0.00	100.00%	303.98	Ativ26_3	3.00	94.00	149.00	97.00	152.00	0.00	55.00	0.00%	195.16
Ativ12_16	1.00	44.00	48.00	45.00	49.00	0.00	4.00	0.00%	8.89	Ativ49_2	2.00	118.00	152.00	120.00	154.00	0.00	34.00	0.00%	297.84
Ativ7_16	2.00	35.00	35.00	37.00	37.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ38_2	3.00	98.00	124.00	101.00	127.00	0.00	26.00	0.00%	901.15
Ativ44_15	1.00	142.00	158.00	143.00	159.00	2.00	16.00	0.00%	380.76	Ativ27_2	1.00	87.00	117.00	88.00	118.00	0.00	30.00	0.00%	179.60
Ativ33_15	2.00	121.00	125.00	123.00	127.00	0.00	4.00	0.00%	66.75	Ativ3_2	1.00	2.00	3.00	3.00	4.00	0.00	1.00	0.00%	38.46
Ativ11_15	2.00	40.00	40.00	42.00	42.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ39_1	1.00	98.00	124.00	99.00	125.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ6_15	2.00	29.00	31.00	31.00	33.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ28_1	3.00	87.00	115.00	90.00	118.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ43_14	1.00	138.00	154.00	139.00	155.00	0.00	16.00	0.00%	627.65	Ativ4_1	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	0.00	0.00	100.00%	44.74
Ativ32_14	2.00	117.00	120.00	119.00	122.00	0.00	3.00	0.00%	66.75	Ativ47_19	3.00	157.00	157.00	160.00	160.00	0.00	0.00	100.00%	603.86
Ativ10_14	2.00	36.00	36.00	38.00	38.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ36_19	3.00	143.00	157.00	146.00	160.00	0.00	14.00	0.00%	378.45
Ativ5_14	2.00	29.00	29.00	31.00	31.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ25_19	2.00	129.00	167.00	131.00	169.00	0.00	38.00	0.00%	395.60
Ativ53_13	1.00	149.00	163.00	150.00	164.00	2.00	14.00	0.00%	574.52	Ativ9_19	1.00	45.00	45.00	46.00	46.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ42_13	1.00	135.00	153.00	136.00	154.00	0.00	18.00	0.00%	1040.21	Ativ46_18	3.00	151.00	151.00	154.00	154.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ31_13	1.00	112.00	116.00	113.00	117.00	0.00	4.00	0.00%	33.38	Ativ35_18	1.00	139.00	139.00	140.00	140.00	0.00	0.00	100.00%	33.38
Ativ4_13	1.00	14.00	26.00	15.00	27.00	0.00	12.00	0.00%	44.74	Ativ13_18	1.00	49.00	51.00	50.00	52.00	1.00	2.00	0.00%	174.85
Ativ52_12	1.00	145.00	161.00	146.00	162.00	0.00	16.00	0.00%	94.40	Ativ8_18	2.00	41.00	41.00	43.00	43.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ41_12	3.00	129.00	129.00	132.00	132.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05	Ativ45_17	1.00	147.00	147.00	148.00	148.00	0.00	0.00	100.00%	65.77
Ativ30_12	1.00	119.00	121.00	120.00	122.00	2.00	2.00	0.00%	179.60	Ativ34_17	3.00	133.00	133.00	136.00	136.00	0.00	0.00	100.00%	303.98
Ativ3_12	1.00	12.00	23.00	13.00	24.00	0.00	11.00	0.00%	38.46	Ativ12_17	1.00	46.00	49.00	47.00	50.00	0.00	3.00	0.00%	8.89
Ativ40_11	3.00	123.00	123.00	126.00	126.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ7_17	2.00	37.00	37.00	39.00	39.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ50_10	1.00	144.00	170.00	145.00	171.00	0.00	26.00	0.00%	372.58	Ativ44_16	1.00	145.00	159.00	146.00	160.00	2.00	14.00	0.00%	380.76
Ativ1_10	1.00	9.00	18.00	10.00	19.00	0.00	9.00	0.00%	186.00	Ativ33_16	2.00	123.00	128.00	125.00	130.00	0.00	5.00	0.00%	66.75
Ativ53_9	1.00	143.00	171.00	144.00	172.00	2.00	28.00	0.00%	574.52	Ativ11_16	2.00	42.00	42.00	44.00	44.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ42_9	1.00	129.00	167.00	130.00	168.00	0.00	38.00	0.00%	1040.21	Ativ6_16	2.00	31.00	33.00	33.00	35.00	0.00	2.00	0.00%	23.77

Ativ43_15	1.00	141.00	155.00	142.00	156.00	0.00	14.00	0.00%	627.65	Ativ46_19	3.00	154.00	154.00	157.00	157.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ32_15	2.00	119.00	123.00	121.00	125.00	0.00	4.00	0.00%	66.75	Ativ35_19	1.00	142.00	142.00	143.00	143.00	0.00	0.00	100.00%	33.38
Ativ10_15	2.00	38.00	38.00	40.00	40.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ13_19	1.00	51.00	52.00	52.00	53.00	1.00	1.00	0.00%	174.85
Ativ5_15	2.00	31.00	31.00	33.00	33.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ8_19	2.00	43.00	43.00	45.00	45.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ53_14	1.00	152.00	164.00	153.00	165.00	2.00	12.00	0.00%	574.52	Ativ45_18	1.00	150.00	150.00	151.00	151.00	0.00	0.00	100.00%	65.77
Ativ42_14	1.00	138.00	154.00	139.00	155.00	0.00	16.00	0.00%	1040.21	Ativ34_18	3.00	136.00	136.00	139.00	139.00	0.00	0.00	100.00%	303.98
Ativ31_14	1.00	113.00	119.00	114.00	120.00	0.00	6.00	0.00%	33.38	Ativ12_18	1.00	48.00	50.00	49.00	51.00	0.00	2.00	0.00%	8.89
Ativ4_14	1.00	15.00	28.00	16.00	29.00	0.00	13.00	0.00%	44.74	Ativ7_18	2.00	39.00	39.00	41.00	41.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ52_13	1.00	148.00	162.00	149.00	163.00	0.00	14.00	0.00%	94.40	Ativ44_17	1.00	148.00	160.00	149.00	161.00	2.00	12.00	0.00%	380.76
Ativ41_13	3.00	132.00	132.00	135.00	135.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05	Ativ33_17	2.00	125.00	131.00	127.00	133.00	0.00	6.00	0.00%	66.75
Ativ30_13	1.00	122.00	124.00	123.00	125.00	2.00	2.00	0.00%	179.60	Ativ11_17	2.00	44.00	44.00	46.00	46.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ3_13	1.00	13.00	25.00	14.00	26.00	0.00	12.00	0.00%	38.46	Ativ6_17	2.00	33.00	35.00	35.00	37.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ40_12	3.00	126.00	126.00	129.00	129.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ43_16	1.00	144.00	156.00	145.00	157.00	0.00	12.00	0.00%	627.65
Ativ50_11	1.00	141.00	157.00	142.00	158.00	0.00	16.00	0.00%	372.58	Ativ32_16	2.00	121.00	126.00	123.00	128.00	0.00	5.00	0.00%	66.75
Ativ1_11	1.00	10.00	20.00	11.00	21.00	0.00	10.00	0.00%	186.00	Ativ10_16	2.00	40.00	40.00	42.00	42.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ43_9	1.00	129.00	167.00	130.00	168.00	0.00	38.00	0.00%	627.65	Ativ5_16	2.00	33.00	33.00	35.00	35.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ32_9	2.00	103.00	137.00	105.00	139.00	0.00	34.00	0.00%	66.75	Ativ53_15	1.00	155.00	165.00	156.00	166.00	2.00	10.00	0.00%	574.52
Ativ10_9	2.00	26.00	26.00	28.00	28.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ42_15	1.00	141.00	155.00	142.00	156.00	0.00	14.00	0.00%	1040.21
Ativ44_8	1.00	127.00	167.00	128.00	168.00	2.00	40.00	0.00%	380.76	Ativ31_15	1.00	114.00	122.00	115.00	123.00	0.00	8.00	0.00%	33.38
Ativ33_8	2.00	103.00	136.00	105.00	138.00	0.00	33.00	0.00%	66.75	Ativ4_15	1.00	16.00	30.00	17.00	31.00	0.00	14.00	0.00%	44.74
Ativ11_8	2.00	26.00	26.00	28.00	28.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ52_14	1.00	151.00	163.00	152.00	164.00	0.00	12.00	0.00%	94.40
Ativ45_7	1.00	123.00	149.00	124.00	150.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ41_14	3.00	135.00	135.00	138.00	138.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05
Ativ34_7	3.00	109.00	135.00	112.00	138.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ30_14	1.00	125.00	127.00	126.00	128.00	2.00	2.00	0.00%	179.60
Ativ12_7	1.00	26.00	39.00	27.00	40.00	0.00	13.00	0.00%	8.89	Ativ3_14	1.00	14.00	27.00	15.00	28.00	0.00	13.00	0.00%	38.46
Ativ46_6	3.00	121.00	147.00	124.00	150.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ40_13	3.00	129.00	129.00	132.00	132.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14
Ativ35_6	1.00	109.00	135.00	110.00	136.00	0.00	26.00	0.00%	33.38	Ativ50_12	1.00	144.00	158.00	145.00	159.00	0.00	14.00	0.00%	372.58
Ativ13_6	1.00	25.00	39.00	26.00	40.00	1.00	14.00	0.00%	174.85	Ativ1_12	1.00	11.00	22.00	12.00	23.00	0.00	11.00	0.00%	186.00
Ativ47_5	3.00	121.00	147.00	124.00	150.00	0.00	26.00	0.00%	603.86	Ativ44_9	1.00	130.00	168.00	131.00	169.00	2.00	38.00	0.00%	380.76
Ativ36_5	3.00	107.00	149.00	110.00	152.00	0.00	42.00	0.00%	378.45	Ativ33_9	2.00	105.00	139.00	107.00	141.00	0.00	34.00	0.00%	66.75
Ativ25_5	2.00	94.00	153.00	96.00	155.00	0.00	59.00	0.00%	395.60	Ativ11_9	2.00	28.00	28.00	30.00	30.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ1_5	1.00	4.00	8.00	5.00	9.00	0.00	4.00	0.00%	186.00	Ativ45_8	1.00	126.00	152.00	127.00	153.00	0.00	26.00	0.00%	65.77
Ativ48_4	3.00	121.00	147.00	124.00	150.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ34_8	3.00	112.00	138.00	115.00	141.00	0.00	26.00	0.00%	303.98
Ativ37_4	3.00	107.00	149.00	110.00	152.00	0.00	42.00	0.00%	366.36	Ativ12_8	1.00	28.00	40.00	29.00	41.00	0.00	12.00	0.00%	8.89
Ativ26_4	3.00	97.00	152.00	100.00	155.00	0.00	55.00	0.00%	195.16	Ativ46_7	3.00	124.00	150.00	127.00	153.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ49_3	2.00	121.00	154.00	123.00	156.00	0.00	33.00	0.00%	297.84	Ativ35_7	1.00	112.00	138.00	113.00	139.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ38_3	3.00	101.00	127.00	104.00	130.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ13_7	1.00	27.00	40.00	28.00	41.00	1.00	13.00	0.00%	174.85
Ativ27_3	1.00	88.00	120.00	89.00	121.00	0.00	32.00	0.00%	179.60	Ativ47_6	3.00	124.00	150.00	127.00	153.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ3_3	1.00	3.00	5.00	4.00	6.00	0.00	2.00	0.00%	38.46	Ativ36_6	3.00	110.00	152.00	113.00	155.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ39_2	1.00	101.00	127.00	102.00	128.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14	Ativ25_6	2.00	96.00	156.00	98.00	158.00	0.00	60.00	0.00%	395.60
Ativ28_2	3.00	90.00	118.00	93.00	121.00	0.00	28.00	0.00%	538.81	Ativ1_6	1.00	5.00	10.00	6.00	11.00	0.00	5.00	0.00%	186.00
Ativ4_2	1.00	3.00	4.00	4.00	5.00	0.00	1.00	0.00%	44.74	Ativ48_5	3.00	124.00	150.00	127.00	153.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ29_1	2.00	90.00	118.00	92.00	120.00	0.00	28.00	0.00%	359.21	Ativ37_5	3.00	110.00	152.00	113.00	155.00	0.00	42.00	0.00%	366.36
Ativ5_1	2.00	3.00	3.00	5.00	5.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ26_5	3.00	100.00	155.00	103.00	158.00	0.00	55.00	0.00%	195.16

Ativ49_4	2.00	124.00	156.00	126.00	158.00	0.00	32.00	0.00%	297.84	Ativ48_6	3.00	127.00	153.00	130.00	156.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ38_4	3.00	104.00	130.00	107.00	133.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ37_6	3.00	113.00	155.00	116.00	158.00	0.00	42.00	0.00%	366.36
Ativ27_4	1.00	89.00	123.00	90.00	124.00	0.00	34.00	0.00%	179.60	Ativ26_6	3.00	103.00	158.00	106.00	161.00	0.00	55.00	0.00%	195.16
Ativ3_4	1.00	4.00	7.00	5.00	8.00	0.00	3.00	0.00%	38.46	Ativ49_5	2.00	127.00	158.00	129.00	160.00	0.00	31.00	0.00%	297.84
Ativ39_3	1.00	104.00	130.00	105.00	131.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14	Ativ38_5	3.00	107.00	133.00	110.00	136.00	0.00	26.00	0.00%	901.15
Ativ28_3	3.00	93.00	121.00	96.00	124.00	0.00	28.00	0.00%	538.81	Ativ27_5	1.00	90.00	126.00	91.00	127.00	0.00	36.00	0.00%	179.60
Ativ4_3	1.00	4.00	6.00	5.00	7.00	0.00	2.00	0.00%	44.74	Ativ3_5	1.00	5.00	9.00	6.00	10.00	0.00	4.00	0.00%	38.46
Ativ29_2	2.00	93.00	121.00	95.00	123.00	0.00	28.00	0.00%	359.21	Ativ39_4	1.00	107.00	133.00	108.00	134.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ5_2	2.00	5.00	5.00	7.00	7.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ28_4	3.00	96.00	124.00	99.00	127.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ6_1	2.00	1.00	3.00	3.00	5.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ4_4	1.00	5.00	8.00	6.00	9.00	0.00	3.00	0.00%	44.74
Ativ45_19	1.00	153.00	153.00	154.00	154.00	0.00	0.00	100.00%	65.77	Ativ29_3	2.00	96.00	124.00	98.00	126.00	0.00	28.00	0.00%	359.21
Ativ34_19	3.00	139.00	139.00	142.00	142.00	0.00	0.00	100.00%	303.98	Ativ5_3	2.00	7.00	7.00	9.00	9.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ12_19	1.00	50.00	51.00	51.00	52.00	0.00	1.00	0.00%	8.89	Ativ6_2	2.00	3.00	5.00	5.00	7.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ7_19	2.00	41.00	41.00	43.00	43.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ7_1	2.00	5.00	5.00	7.00	7.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ44_18	1.00	151.00	161.00	152.00	162.00	2.00	10.00	0.00%	380.76	Ativ29_20	2.00	140.00	151.00	142.00	153.00	0.00	11.00	0.00%	359.21
Ativ33_18	2.00	127.00	134.00	129.00	136.00	0.00	7.00	0.00%	66.75	Ativ44_19	1.00	154.00	162.00	155.00	163.00	2.00	8.00	0.00%	380.76
Ativ11_18	2.00	46.00	46.00	48.00	48.00	0.00	0.00	100.00%	538.43	Ativ33_19	2.00	129.00	137.00	131.00	139.00	1.00	8.00	0.00%	66.75
Ativ6_18	2.00	35.00	37.00	37.00	39.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ11_19	2.00	48.00	48.00	50.00	50.00	0.00	0.00	100.00%	538.43
Ativ43_17	1.00	147.00	157.00	148.00	158.00	0.00	10.00	0.00%	627.65	Ativ6_19	2.00	37.00	39.00	39.00	41.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ32_17	2.00	123.00	129.00	125.00	131.00	0.00	6.00	0.00%	66.75	Ativ43_18	1.00	150.00	158.00	151.00	159.00	0.00	8.00	0.00%	627.65
Ativ10_17	2.00	42.00	42.00	44.00	44.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ32_18	2.00	125.00	132.00	127.00	134.00	0.00	7.00	0.00%	66.75
Ativ5_17	2.00	35.00	35.00	37.00	37.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ10_18	2.00	44.00	44.00	46.00	46.00	0.00	0.00	100.00%	267.19
Ativ53_16	1.00	158.00	166.00	159.00	167.00	2.00	8.00	0.00%	574.52	Ativ5_18	2.00	37.00	37.00	39.00	39.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ42_16	1.00	144.00	156.00	145.00	157.00	0.00	12.00	0.00%	1040.21	Ativ53_17	1.00	161.00	167.00	162.00	168.00	2.00	6.00	0.00%	574.52
Ativ31_16	1.00	115.00	125.00	116.00	126.00	0.00	10.00	0.00%	33.38	Ativ42_17	1.00	147.00	157.00	148.00	158.00	0.00	10.00	0.00%	1040.21
Ativ4_16	1.00	17.00	32.00	18.00	33.00	0.00	15.00	0.00%	44.74	Ativ31_17	1.00	116.00	128.00	117.00	129.00	0.00	12.00	0.00%	33.38
Ativ52_15	1.00	154.00	164.00	155.00	165.00	0.00	10.00	0.00%	94.40	Ativ4_17	1.00	18.00	34.00	19.00	35.00	0.00	16.00	0.00%	44.74
Ativ41_15	3.00	138.00	138.00	141.00	141.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05	Ativ52_16	1.00	157.00	165.00	158.00	166.00	0.00	8.00	0.00%	94.40
Ativ30_15	1.00	128.00	130.00	129.00	131.00	2.00	2.00	0.00%	179.60	Ativ41_16	3.00	141.00	141.00	144.00	144.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05
Ativ3_15	1.00	15.00	29.00	16.00	30.00	0.00	14.00	0.00%	38.46	Ativ30_16	1.00	131.00	133.00	132.00	134.00	2.00	2.00	0.00%	179.60
Ativ40_14	3.00	132.00	132.00	135.00	135.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ3_16	1.00	16.00	31.00	17.00	32.00	0.00	15.00	0.00%	38.46
Ativ50_13	1.00	147.00	159.00	148.00	160.00	0.00	12.00	0.00%	372.58	Ativ40_15	3.00	135.00	135.00	138.00	138.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14
Ativ1_13	1.00	12.00	24.00	13.00	25.00	0.00	12.00	0.00%	186.00	Ativ50_14	1.00	150.00	160.00	151.00	161.00	0.00	10.00	0.00%	372.58
Ativ45_9	1.00	129.00	155.00	130.00	156.00	0.00	26.00	0.00%	65.77	Ativ1_14	1.00	13.00	26.00	14.00	27.00	0.00	13.00	0.00%	186.00
Ativ34_9	3.00	115.00	141.00	118.00	144.00	0.00	26.00	0.00%	303.98	Ativ19_1_10	1.00	64.00	90.00	65.00	91.00	0.00	26.00	0.00%	8325.50
Ativ12_9	1.00	30.00	41.00	31.00	42.00	0.00	11.00	0.00%	8.89	Ativ46_9	3.00	130.00	156.00	133.00	159.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ46_8	3.00	127.00	153.00	130.00	156.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ35_9	1.00	118.00	144.00	119.00	145.00	0.00	26.00	0.00%	33.38
Ativ35_8	1.00	115.00	141.00	116.00	142.00	0.00	26.00	0.00%	33.38	Ativ13_9	1.00	31.00	42.00	32.00	43.00	1.00	11.00	0.00%	174.85
Ativ13_8	1.00	29.00	41.00	30.00	42.00	1.00	12.00	0.00%	174.85	Ativ47_8	3.00	130.00	156.00	133.00	159.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ47_7	3.00	127.00	153.00	130.00	156.00	0.00	26.00	0.00%	603.86	Ativ36_8	3.00	116.00	158.00	119.00	161.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ36_7	3.00	113.00	155.00	116.00	158.00	0.00	42.00	0.00%	378.45	Ativ25_8	2.00	100.00	162.00	102.00	164.00	0.00	62.00	0.00%	395.60
Ativ25_7	2.00	98.00	159.00	100.00	161.00	0.00	61.00	0.00%	395.60	Ativ1_8	1.00	7.00	14.00	8.00	15.00	0.00	7.00	0.00%	186.00
Ativ1_7	1.00	6.00	12.00	7.00	13.00	0.00	6.00	0.00%	186.00	Ativ48_7	3.00	130.00	156.00	133.00	159.00	0.00	26.00	0.00%	738.81

Ativ37_7	3.00	116.00	158.00	119.00	161.00	0.00	42.00	0.00%	366.36	Ativ3_7	1.00	7.00	13.00	8.00	14.00	0.00	6.00	0.00%	38.46
Ativ26_7	3.00	106.00	161.00	109.00	164.00	0.00	55.00	0.00%	195.16	Ativ39_6	1.00	113.00	139.00	114.00	140.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ49_6	2.00	130.00	160.00	132.00	162.00	0.00	30.00	0.00%	297.84	Ativ28_6	3.00	102.00	130.00	105.00	133.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ38_6	3.00	110.00	136.00	113.00	139.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ4_6	1.00	7.00	12.00	8.00	13.00	0.00	5.00	0.00%	44.74
Ativ27_6	1.00	91.00	129.00	92.00	130.00	0.00	38.00	0.00%	179.60	Ativ29_5	2.00	102.00	130.00	104.00	132.00	0.00	28.00	0.00%	359.21
Ativ3_6	1.00	6.00	11.00	7.00	12.00	0.00	5.00	0.00%	38.46	Ativ5_5	2.00	11.00	11.00	13.00	13.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ39_5	1.00	110.00	136.00	111.00	137.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14	Ativ6_4	2.00	7.00	9.00	9.00	11.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ28_5	3.00	99.00	127.00	102.00	130.00	0.00	28.00	0.00%	538.81	Ativ7_3	2.00	9.00	9.00	11.00	11.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ4_5	1.00	6.00	10.00	7.00	11.00	0.00	4.00	0.00%	44.74	Ativ8_2	2.00	9.00	9.00	11.00	11.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ29_4	2.00	99.00	127.00	101.00	129.00	0.00	28.00	0.00%	359.21	Ativ9_1	1.00	9.00	9.00	10.00	10.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ5_4	2.00	9.00	9.00	11.00	11.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ49_20	1.00	165.00	165.00	166.00	166.00	0.00	0.00	100.00%	297.84
Ativ6_3	2.00	5.00	7.00	7.00	9.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ38_20	1.00	146.00	156.00	147.00	157.00	0.00	10.00	0.00%	901.15
Ativ7_2	2.00	7.00	7.00	9.00	9.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ27_20	1.00	119.00	148.00	120.00	149.00	18.00	29.00	0.00%	179.60
Ativ8_1	2.00	7.00	7.00	9.00	9.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ53_19	1.00	167.00	169.00	168.00	170.00	2.00	2.00	0.00%	574.52
Ativ39_20	1.00	147.00	157.00	148.00	158.00	2.00	10.00	0.00%	2925.14	Ativ42_19	1.00	153.00	159.00	154.00	160.00	0.00	6.00	0.00%	1040.21
Ativ28_20	2.00	138.00	149.00	140.00	151.00	0.00	11.00	0.00%	538.81	Ativ31_19	1.00	118.00	134.00	119.00	135.00	0.00	16.00	0.00%	33.38
Ativ43_19	1.00	153.00	159.00	154.00	160.00	0.00	6.00	0.00%	627.65	Ativ4_19	1.00	20.00	38.00	21.00	39.00	0.00	18.00	0.00%	44.74
Ativ32_19	2.00	127.00	135.00	129.00	137.00	0.00	8.00	0.00%	66.75	Ativ52_18	1.00	163.00	167.00	164.00	168.00	0.00	4.00	0.00%	94.40
Ativ10_19	2.00	46.00	46.00	48.00	48.00	0.00	0.00	100.00%	267.19	Ativ41_18	3.00	147.00	147.00	150.00	150.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05
Ativ5_19	2.00	39.00	39.00	41.00	41.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ30_18	1.00	137.00	139.00	138.00	140.00	2.00	2.00	0.00%	179.60
Ativ53_18	1.00	164.00	168.00	165.00	169.00	2.00	4.00	0.00%	574.52	Ativ3_18	1.00	18.00	35.00	19.00	36.00	0.00	17.00	0.00%	38.46
Ativ42_18	1.00	150.00	158.00	151.00	159.00	0.00	8.00	0.00%	1040.21	Ativ40_17	3.00	141.00	141.00	144.00	144.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14
Ativ31_18	1.00	117.00	131.00	118.00	132.00	0.00	14.00	0.00%	33.38	Ativ50_16	1.00	156.00	162.00	157.00	163.00	0.00	6.00	0.00%	372.58
Ativ4_18	1.00	19.00	36.00	20.00	37.00	0.00	17.00	0.00%	44.74	Ativ1_16	1.00	15.00	30.00	16.00	31.00	0.00	15.00	0.00%	186.00
Ativ52_17	1.00	160.00	166.00	161.00	167.00	0.00	6.00	0.00%	94.40	Ativ29_11	2.00	114.00	116.00	116.00	118.00	0.00	2.00	0.00%	359.21
Ativ41_17	3.00	144.00	144.00	147.00	147.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05	Ativ39_10	1.00	125.00	151.00	126.00	152.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ30_17	1.00	134.00	136.00	135.00	137.00	2.00	2.00	0.00%	179.60	Ativ28_10	3.00	114.00	142.00	117.00	145.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ3_17	1.00	17.00	33.00	18.00	34.00	0.00	16.00	0.00%	38.46	Ativ17_1_10	5.00	34.00	80.00	39.00	85.00	20.00	46.00	0.00%	294.71
Ativ40_16	3.00	138.00	138.00	141.00	141.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ48_9	3.00	136.00	162.00	139.00	165.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ50_15	1.00	153.00	161.00	154.00	162.00	0.00	8.00	0.00%	372.58	Ativ37_9	3.00	122.00	164.00	125.00	167.00	0.00	42.00	0.00%	366.36
Ativ1_15	1.00	14.00	28.00	15.00	29.00	0.00	14.00	0.00%	186.00	Ativ26_9	3.00	112.00	167.00	115.00	170.00	0.00	55.00	0.00%	195.16
Ativ29_10	2.00	117.00	145.00	119.00	147.00	0.00	28.00	0.00%	359.21	Ativ49_8	2.00	136.00	164.00	138.00	166.00	0.00	28.00	0.00%	297.84
Ativ18_1_10	5.00	59.00	85.00	64.00	90.00	0.00	26.00	0.00%	266.31	Ativ38_8	3.00	116.00	142.00	119.00	145.00	0.00	26.00	0.00%	901.15
Ativ47_9	3.00	133.00	159.00	136.00	162.00	0.00	26.00	0.00%	603.86	Ativ27_8	1.00	93.00	135.00	94.00	136.00	0.00	42.00	0.00%	179.60
Ativ36_9	3.00	119.00	161.00	122.00	164.00	0.00	42.00	0.00%	378.45	Ativ3_8	1.00	8.00	15.00	9.00	16.00	0.00	7.00	0.00%	38.46
Ativ25_9	2.00	102.00	165.00	104.00	167.00	0.00	63.00	0.00%	395.60	Ativ39_7	1.00	116.00	142.00	117.00	143.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ1_9	1.00	8.00	16.00	9.00	17.00	0.00	8.00	0.00%	186.00	Ativ28_7	3.00	105.00	133.00	108.00	136.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ48_8	3.00	133.00	159.00	136.00	162.00	0.00	26.00	0.00%	738.81	Ativ4_7	1.00	8.00	14.00	9.00	15.00	0.00	6.00	0.00%	44.74
Ativ37_8	3.00	119.00	161.00	122.00	164.00	0.00	42.00	0.00%	366.36	Ativ29_6	2.00	105.00	133.00	107.00	135.00	0.00	28.00	0.00%	359.21
Ativ26_8	3.00	109.00	164.00	112.00	167.00	0.00	55.00	0.00%	195.16	Ativ5_6	2.00	13.00	13.00	15.00	15.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ49_7	2.00	133.00	162.00	135.00	164.00	0.00	29.00	0.00%	297.84	Ativ6_5	2.00	9.00	11.00	11.00	13.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ38_7	3.00	113.00	139.00	116.00	142.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ7_4	2.00	11.00	11.00	13.00	13.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ27_7	1.00	92.00	132.00	93.00	133.00	0.00	40.00	0.00%	179.60	Ativ8_3	2.00	11.00	11.00	13.00	13.00	0.00	0.00	100.00%	508.68

Ativ9_2	1.00	11.00	11.00	12.00	12.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ28_12	3.00	114.00	116.00	117.00	119.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ50_1	1.00	117.00	161.00	118.00	162.00	0.00	44.00	0.00%	372.58	Ativ49_11	2.00	139.00	147.00	141.00	149.00	0.00	8.00	0.00%	297.84
Ativ48_20	1.00	163.00	164.00	164.00	165.00	1.00	1.00	0.00%	738.81	Ativ38_11	3.00	119.00	119.00	122.00	122.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ37_20	3.00	149.00	163.00	152.00	166.00	14.00	14.00	0.00%	366.36	Ativ27_11	1.00	110.00	112.00	111.00	113.00	0.00	2.00	0.00%	179.60
Ativ26_20	1.00	142.00	172.00	143.00	173.00	30.00	30.00	0.00%	195.16	Ativ48_10	3.00	139.00	165.00	142.00	168.00	0.00	26.00	0.00%	738.81
Ativ52_19	1.00	166.00	168.00	167.00	169.00	0.00	2.00	0.00%	94.40	Ativ37_10	3.00	125.00	167.00	128.00	170.00	16.00	42.00	0.00%	366.36
Ativ41_19	3.00	150.00	150.00	153.00	153.00	0.00	0.00	100.00%	1340.05	Ativ26_10	3.00	115.00	170.00	118.00	173.00	55.00	55.00	0.00%	195.16
Ativ30_19	1.00	140.00	142.00	141.00	143.00	1.00	2.00	0.00%	179.60	Ativ15_1_10	10.00	34.00	65.00	44.00	75.00	5.00	31.00	0.00%	541.36
Ativ3_19	1.00	19.00	37.00	20.00	38.00	0.00	18.00	0.00%	38.46	Ativ39_9	1.00	122.00	148.00	123.00	149.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14
Ativ40_18	3.00	144.00	144.00	147.00	147.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ28_9	3.00	111.00	139.00	114.00	142.00	0.00	28.00	0.00%	538.81
Ativ50_17	1.00	159.00	163.00	160.00	164.00	0.00	4.00	0.00%	372.58	Ativ4_9	1.00	10.00	18.00	11.00	19.00	0.00	8.00	0.00%	44.74
Ativ1_17	1.00	16.00	32.00	17.00	33.00	0.00	16.00	0.00%	186.00	Ativ29_8	2.00	111.00	139.00	113.00	141.00	0.00	28.00	0.00%	359.21
Ativ29_12	2.00	117.00	119.00	119.00	121.00	0.00	2.00	0.00%	359.21	Ativ5_8	2.00	17.00	17.00	19.00	19.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ39_11	1.00	122.00	122.00	123.00	123.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14	Ativ6_7	2.00	13.00	15.00	15.00	17.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ28_11	3.00	111.00	113.00	114.00	116.00	0.00	2.00	0.00%	538.81	Ativ7_6	2.00	15.00	15.00	17.00	17.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ49_10	2.00	142.00	168.00	144.00	170.00	0.00	26.00	0.00%	297.84	Ativ8_5	2.00	15.00	15.00	17.00	17.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ38_10	3.00	122.00	148.00	125.00	151.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ9_4	1.00	15.00	15.00	16.00	16.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ27_10	1.00	95.00	141.00	96.00	142.00	18.00	46.00	0.00%	179.60	Ativ50_3	1.00	123.00	163.00	124.00	164.00	0.00	40.00	0.00%	372.58
Ativ16_1_10	10.00	49.00	75.00	59.00	85.00	0.00	26.00	0.00%	541.36	Ativ40_2	3.00	102.00	128.00	105.00	131.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ49_9	2.00	139.00	166.00	141.00	168.00	0.00	27.00	0.00%	297.84	Ativ52_1	1.00	118.00	162.00	119.00	163.00	0.00	44.00	0.00%	94.40
Ativ38_9	3.00	119.00	145.00	122.00	148.00	0.00	26.00	0.00%	901.15	Ativ41_1	3.00	102.00	128.00	105.00	131.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ27_9	1.00	94.00	138.00	95.00	139.00	0.00	44.00	0.00%	179.60	Ativ30_1	1.00	92.00	120.00	93.00	121.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ3_9	1.00	9.00	17.00	10.00	18.00	0.00	8.00	0.00%	38.46	Ativ46_20	1.00	157.00	162.00	158.00	163.00	2.00	5.00	0.00%	738.81
Ativ39_8	1.00	119.00	145.00	120.00	146.00	0.00	26.00	0.00%	2925.14	Ativ35_20	1.00	145.00	155.00	146.00	156.00	0.00	10.00	0.00%	33.38
Ativ28_8	3.00	108.00	136.00	111.00	139.00	0.00	28.00	0.00%	538.81	Ativ13_20	1.00	53.00	53.00	54.00	54.00	0.00	0.00	100.00%	174.85
Ativ4_8	1.00	9.00	16.00	10.00	17.00	0.00	7.00	0.00%	44.74	Ativ8_20	2.00	45.00	45.00	47.00	47.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ29_7	2.00	108.00	136.00	110.00	138.00	0.00	28.00	0.00%	359.21	Ativ50_19	1.00	165.00	165.00	166.00	166.00	0.00	0.00	100.00%	372.58
Ativ5_7	2.00	15.00	15.00	17.00	17.00	0.00	0.00	100.00%	73.80	Ativ1_19	1.00	18.00	36.00	19.00	37.00	0.00	18.00	0.00%	186.00
Ativ6_6	2.00	11.00	13.00	13.00	15.00	0.00	2.00	0.00%	23.77	Ativ29_14	2.00	123.00	125.00	125.00	127.00	0.00	2.00	0.00%	359.21
Ativ7_5	2.00	13.00	13.00	15.00	15.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ39_13	1.00	128.00	128.00	129.00	129.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14
Ativ8_4	2.00	13.00	13.00	15.00	15.00	0.00	0.00	100.00%	508.68	Ativ28_13	3.00	117.00	119.00	120.00	122.00	0.00	2.00	0.00%	538.81
Ativ9_3	1.00	13.00	13.00	14.00	14.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ49_12	2.00	142.00	149.00	144.00	151.00	0.00	7.00	0.00%	297.84
Ativ50_2	1.00	120.00	162.00	121.00	163.00	0.00	42.00	0.00%	372.58	Ativ38_12	3.00	122.00	122.00	125.00	125.00	0.00	0.00	100.00%	901.15
Ativ40_1	3.00	99.00	125.00	102.00	128.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14	Ativ27_12	1.00	111.00	115.00	112.00	116.00	0.00	4.00	0.00%	179.60
Ativ47_20	1.00	160.00	163.00	161.00	164.00	2.00	3.00	0.00%	603.86	Ativ48_11	3.00	136.00	136.00	139.00	139.00	0.00	0.00	100.00%	738.81
Ativ36_20	3.00	146.00	160.00	149.00	163.00	0.00	14.00	0.00%	378.45	Ativ37_11	3.00	122.00	136.00	125.00	139.00	0.00	14.00	0.00%	366.36
Ativ25_20	2.00	131.00	170.00	133.00	172.00	9.00	39.00	0.00%	395.60	Ativ26_11	3.00	115.00	145.00	118.00	148.00	0.00	30.00	0.00%	195.16
Ativ9_20	1.00	47.00	47.00	48.00	48.00	0.00	0.00	100.00%	23.77	Ativ47_10	3.00	136.00	162.00	139.00	165.00	0.00	26.00	0.00%	603.86
Ativ40_19	3.00	147.00	147.00	150.00	150.00	0.00	0.00	100.00%	1553.14	Ativ36_10	3.00	122.00	164.00	125.00	167.00	0.00	42.00	0.00%	378.45
Ativ50_18	1.00	162.00	164.00	163.00	165.00	0.00	2.00	0.00%	372.58	Ativ25_10	2.00	104.00	168.00	106.00	170.00	9.00	64.00	0.00%	395.60
Ativ1_18	1.00	17.00	34.00	18.00	35.00	0.00	17.00	0.00%	186.00	Ativ14_1_10	15.00	34.00	60.00	49.00	75.00	0.00	26.00	0.00%	12480.80
Ativ29_13	2.00	120.00	122.00	122.00	124.00	0.00	2.00	0.00%	359.21	Ativ9_10	1.00	27.00	27.00	28.00	28.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ39_12	1.00	125.00	125.00	126.00	126.00	0.00	0.00	100.00%	2925.14	Ativ29_9	2.00	114.00	142.00	116.00	144.00	0.00	28.00	0.00%	359.21

Ativ5_9	2.00	19.00	19.00	21.00	21.00	0.00	0.00	100.00%	73.80
Ativ6_8	2.00	15.00	17.00	17.00	19.00	0.00	2.00	0.00%	23.77
Ativ7_7	2.00	17.00	17.00	19.00	19.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ8_6	2.00	17.00	17.00	19.00	19.00	0.00	0.00	100.00%	508.68
Ativ9_5	1.00	17.00	17.00	18.00	18.00	0.00	0.00	100.00%	23.77
Ativ50_4	1.00	126.00	164.00	127.00	165.00	0.00	38.00	0.00%	372.58
Ativ40_3	3.00	105.00	131.00	108.00	134.00	0.00	26.00	0.00%	1553.14
Ativ52_2	1.00	121.00	163.00	122.00	164.00	0.00	42.00	0.00%	94.40
Ativ41_2	3.00	105.00	131.00	108.00	134.00	0.00	26.00	0.00%	1340.05
Ativ30_2	1.00	95.00	123.00	96.00	124.00	2.00	28.00	0.00%	179.60
Ativ53_1	1.00	119.00	163.00	120.00	164.00	2.00	44.00	0.00%	574.52
Ativ42_1	1.00	105.00	159.00	106.00	160.00	0.00	54.00	0.00%	1040.21
Ativ31_1	1.00	86.00	112.00	87.00	113.00	0.00	26.00	0.00%	33.38

 Execution Time = 81.787 seconds

20 casas: Grupo de simulações II

Number of replications performed : 1000
 Average Project Duration : 213.31
 Std. Dev. of Project Duration : 6.58
 Average Project Cost : 476656.73
 Std. Dev. of Project Cost : 5260.02

CPM Activity	Time	ESD	LSD	EFD	LFD	FF	TF	%Critic	Cost
Ativ45_20	1.13	182.89	185.11	184.03	186.24	0.88	2.21	9.50%	71.26
Ativ34_20	3.41	163.33	169.34	166.74	172.74	-0.00	6.01	0.20%	319.60
Ativ12_20	1.12	63.22	63.24	64.35	64.36	0.00	0.01	99.00%	10.00
Ativ7_20	2.26	50.08	53.09	52.34	55.34	1.22	3.00	2.40%	25.69
Ativ29_15	2.24	145.46	149.98	147.70	152.22	0.00	4.52	1.20%	387.44
Ativ39_14	1.12	151.91	153.42	153.02	154.54	0.55	1.52	13.00%	2935.28
Ativ28_14	3.39	138.68	142.13	142.07	145.52	0.00	3.44	4.70%	585.07
Ativ49_13	2.24	169.02	180.64	171.26	182.88	0.00	11.63	0.00%	321.34
Ativ38_13	3.35	144.94	145.74	148.29	149.09	0.00	0.80	33.00%	971.39
Ativ27_13	1.12	129.64	137.19	130.76	138.31	-0.00	7.55	0.00%	193.94
Ativ48_12	3.36	161.37	165.94	164.73	169.30	0.00	4.57	2.80%	793.05
Ativ37_12	3.38	144.91	168.20	148.29	171.58	0.42	23.29	0.00%	390.58
Ativ26_12	3.36	136.00	171.62	139.36	174.98	0.00	35.62	0.00%	205.00
Ativ47_11	3.34	153.26	157.58	156.60	160.92	-0.00	4.32	2.40%	645.82
Ativ36_11	3.36	137.51	159.81	140.87	163.17	-0.00	22.30	0.00%	417.25
Ativ25_11	2.24	130.39	166.00	132.63	168.24	-0.00	35.61	0.00%	415.33
Ativ9_11	1.12	34.56	36.26	35.69	37.39	0.54	1.70	4.60%	25.61
Ativ46_10	3.41	160.64	186.19	164.06	189.61	0.64	25.55	0.10%	801.11
Ativ35_10	1.12	142.49	172.70	143.61	173.81	1.25	30.21	0.00%	35.59
Ativ24_1_10	3.00	103.13	163.03	106.13	166.03	0.00	59.90	0.00%	0.00
Ativ13_10	1.11	40.11	52.75	41.22	53.86	-0.00	12.64	0.40%	176.97
Ativ8_10	2.23	29.95	30.78	32.18	33.01	-0.00	0.83	28.90%	527.96
Ativ6_9	2.26	19.08	22.65	21.34	24.91	0.00	3.56	2.60%	25.71
Ativ7_8	2.23	22.30	23.06	24.53	25.28	0.06	0.76	31.10%	25.47
Ativ8_7	2.23	22.76	23.67	24.99	25.89	0.00	0.91	26.10%	527.58
Ativ9_6	1.12	22.58	24.66	23.71	25.78	0.40	2.08	3.70%	25.61
Ativ50_5	1.12	155.09	192.38	156.20	193.50	0.00	37.30	0.00%	379.64
Ativ40_4	3.37	129.39	154.61	132.77	157.98	0.11	25.21	0.10%	1628.50
Ativ52_3	1.11	148.16	191.41	149.27	192.53	-0.00	43.25	0.00%	100.80
Ativ41_3	3.33	129.33	154.97	132.66	158.30	0.00	25.64	0.10%	1388.64
Ativ30_3	1.13	116.61	144.59	117.74	145.72	1.78	27.98	0.00%	195.21
Ativ53_2	1.14	144.94	191.87	146.08	193.01	3.19	46.93	0.00%	637.55
Ativ42_2	1.13	128.72	186.02	129.85	187.14	0.11	57.30	0.00%	1065.05
Ativ31_2	1.12	104.24	131.23	105.37	132.35	-0.00	26.98	0.00%	35.69

Ativ43_1	1.13	124.48	184.77	125.61	185.91	0.11	60.30	0.00%	636.89
Ativ32_1	2.26	104.24	128.57	106.50	130.83	0.00	24.32	0.30%	71.66
Ativ10_1	2.26	11.20	14.25	13.45	16.51	-0.00	3.06	2.00%	279.21
Ativ54_1_20	11.28	202.02	202.02	213.31	213.31	0.00	0.00	100.00%	3476.09
Ativ44_20	1.14	184.13	197.51	185.27	198.65	13.36	13.38	0.00%	389.29
Ativ33_20	2.26	152.18	167.08	154.44	169.34	8.89	14.90	0.00%	71.71
Ativ15_11_20	11.28	65.48	71.16	76.76	82.44	5.67	5.68	5.70%	594.71
Ativ14_11_20	16.87	65.48	65.57	82.34	82.44	0.08	0.09	93.90%	13567.96
Ativ11_20	2.27	60.96	60.97	63.22	63.24	0.00	0.01	99.00%	568.46
Ativ6_20	2.24	43.77	50.85	46.01	53.09	4.08	7.08	0.00%	25.56
Ativ29_16	2.26	148.81	153.80	151.07	156.06	0.00	5.00	0.60%	389.97
Ativ39_15	1.11	155.46	157.23	156.57	158.34	0.66	1.77	8.80%	2935.16
Ativ28_15	3.37	142.07	146.08	145.44	149.45	-0.00	4.01	3.10%	582.85
Ativ49_14	2.25	173.12	182.88	175.37	185.14	-0.00	9.77	0.00%	322.14
Ativ38_14	3.39	148.52	149.50	151.91	152.89	0.00	0.98	29.60%	978.46
Ativ27_14	1.12	130.76	141.01	131.87	142.13	0.00	10.25	0.00%	193.58
Ativ48_13	3.39	165.62	169.30	169.01	172.69	0.00	3.68	4.70%	797.08
Ativ37_13	3.37	148.71	171.58	152.08	174.95	0.35	22.86	0.00%	389.85
Ativ26_13	3.41	139.37	174.98	142.77	178.39	0.00	35.61	0.00%	206.29
Ativ47_12	3.37	157.85	161.06	161.22	164.43	0.10	3.21	6.30%	649.05
Ativ36_12	3.41	141.26	163.29	144.67	166.69	0.07	22.02	0.00%	422.46
Ativ25_12	2.25	132.63	169.35	134.88	171.60	-0.00	36.72	0.00%	415.93
Ativ9_12	1.14	36.94	38.59	38.08	39.72	0.56	1.65	5.00%	25.79
Ativ46_11	3.39	149.88	153.01	153.26	156.39	-0.00	3.13	6.20%	796.65
Ativ35_11	1.14	136.36	137.09	137.50	138.23	0.02	0.73	41.60%	36.00
Ativ13_11	1.14	42.60	54.21	43.74	55.35	1.29	11.62	0.00%	177.56
Ativ8_11	2.26	32.31	33.16	34.56	35.41	-0.00	0.85	30.40%	530.23
Ativ45_10	1.13	158.71	185.06	159.84	186.19	0.80	26.35	0.00%	71.06
Ativ34_10	3.37	139.12	169.33	142.49	172.70	0.00	30.21	0.00%	318.25
Ativ23_1_10	1.13	102.00	126.27	103.13	127.40	0.00	24.27	0.40%	11076.22
Ativ12_10	1.12	38.99	51.07	40.11	52.19	0.00	12.08	0.40%	9.98
Ativ7_10	2.27	26.96	27.85	29.23	30.13	0.05	0.89	28.00%	25.81
Ativ7_9	2.25	24.62	25.43	26.87	27.68	0.06	0.81	29.30%	25.68
Ativ8_8	2.25	25.13	26.00	27.38	28.25	0.00	0.87	27.10%	529.69
Ativ9_7	1.12	24.99	26.97	26.10	28.09	0.44	1.99	3.90%	25.53
Ativ50_6	1.12	159.02	193.59	160.14	194.71	0.00	34.57	0.00%	379.80
Ativ40_5	3.36	133.08	158.37	136.43	161.73	0.13	25.29	0.10%	1625.03
Ativ52_4	1.13	152.20	192.57	153.33	193.70	0.00	40.36	0.00%	101.74
Ativ41_4	3.40	133.16	158.59	136.56	161.99	0.00	25.43	0.10%	1398.97
Ativ30_4	1.12	120.02	148.38	121.13	149.50	1.76	28.36	0.00%	193.63
Ativ53_3	1.12	149.27	193.01	150.39	194.13	2.94	43.74	0.00%	629.23
Ativ42_3	1.12	132.66	187.25	133.79	188.37	0.11	54.59	0.00%	1064.23
Ativ31_3	1.13	105.37	135.03	106.50	136.17	0.00	29.67	0.00%	35.87

Ativ43_2	1.12	128.72	186.01	129.84	187.13	0.12	57.29	0.00%	635.87	Ativ30_5	1.13	123.38	152.19	124.51	153.32	1.76	28.81	0.00%	195.00
Ativ32_2	2.23	106.50	132.35	108.73	134.58	-0.00	25.85	0.00%	71.17	Ativ53_4	1.12	153.33	194.13	154.45	195.25	2.88	40.80	0.00%	631.05
Ativ10_2	2.25	14.02	16.57	16.27	18.82	0.05	2.55	4.50%	278.89	Ativ42_4	1.12	136.56	188.50	137.68	189.62	0.12	51.94	0.00%	1064.22
Ativ44_1	1.13	125.72	186.15	126.85	187.29	3.10	60.43	0.00%	388.78	Ativ31_4	1.12	106.50	138.84	107.62	139.96	0.00	32.34	0.00%	35.63
Ativ33_1	2.25	106.50	130.85	108.76	133.10	-0.00	24.35	0.30%	71.58	Ativ43_3	1.12	132.66	187.25	133.79	188.37	0.11	54.58	0.00%	636.04
Ativ11_1	2.22	13.45	18.23	15.68	20.45	-0.00	4.77	0.30%	563.77	Ativ32_3	2.22	108.73	136.17	110.96	138.39	0.00	27.43	0.00%	70.97
Ativ43_20	1.12	182.89	196.39	184.02	197.51	0.11	13.49	0.00%	636.13	Ativ10_3	2.23	16.65	18.87	18.88	21.10	0.09	2.22	8.40%	277.91
Ativ32_20	2.25	148.82	164.83	151.07	167.08	1.11	16.01	0.00%	71.53	Ativ44_2	1.13	129.96	187.38	131.09	188.51	2.81	57.42	0.00%	388.50
Ativ16_11_20	11.37	82.42	82.44	93.79	93.81	0.00	0.01	99.60%	598.51	Ativ33_2	2.25	108.98	134.61	111.23	136.86	0.13	25.63	0.00%	71.47
Ativ10_20	2.25	57.93	58.72	60.18	60.97	0.78	0.79	31.20%	278.86	Ativ11_2	2.24	16.38	20.45	18.62	22.69	0.00	4.07	0.70%	565.83
Ativ5_20	2.25	46.04	50.84	48.29	53.09	1.79	4.80	0.40%	76.80	Ativ45_1	1.13	124.48	151.99	125.61	153.12	0.00	27.51	0.00%	71.24
Ativ29_17	2.24	152.20	157.78	154.44	160.02	-0.00	5.58	0.40%	387.51	Ativ34_1	3.36	108.76	133.12	112.12	136.48	0.00	24.36	0.30%	317.98
Ativ39_16	1.13	159.01	160.99	160.14	162.12	0.70	1.98	7.40%	2936.25	Ativ12_1	1.13	15.68	40.64	16.81	41.77	-0.00	24.96	0.00%	10.02
Ativ28_16	3.34	145.44	149.99	148.79	153.33	0.00	4.55	1.90%	579.66	Ativ53_20	1.13	200.88	200.89	202.01	202.02	0.01	0.01	99.60%	634.28
Ativ49_15	2.25	177.17	185.14	179.42	187.39	-0.00	7.97	0.00%	322.37	Ativ42_20	1.12	182.89	196.39	184.01	197.51	0.12	13.50	0.00%	1063.32
Ativ38_15	3.37	152.09	153.35	155.46	156.72	0.00	1.27	23.50%	974.51	Ativ31_20	1.13	137.53	163.70	138.66	164.83	10.16	26.17	0.00%	35.76
Ativ27_15	1.13	131.87	144.95	133.01	146.08	0.00	13.07	0.00%	195.44	Ativ18_11_20	5.64	93.79	93.81	99.43	99.44	-0.00	0.01	99.60%	389.75
Ativ48_14	3.39	169.72	172.69	173.11	176.07	0.01	2.96	7.90%	796.93	Ativ17_11_20	5.62	65.48	88.19	71.10	93.81	22.70	22.71	0.00%	307.14
Ativ37_14	3.39	152.43	174.95	155.83	178.34	0.31	22.51	0.00%	391.22	Ativ4_20	1.13	25.07	49.71	26.20	50.84	19.84	24.64	0.00%	50.70
Ativ26_14	3.37	142.77	178.39	146.15	181.76	0.00	35.61	0.00%	205.31	Ativ29_18	2.24	155.59	161.80	157.83	164.04	0.00	6.21	0.50%	387.20
Ativ47_13	3.38	162.02	164.54	165.40	167.92	0.12	2.52	8.50%	650.44	Ativ39_17	1.12	162.50	164.87	163.61	165.99	0.82	2.37	6.30%	2935.32
Ativ36_13	3.36	144.92	166.83	148.29	170.20	0.09	21.91	0.00%	417.94	Ativ28_17	3.40	148.79	153.97	152.19	157.36	-0.00	5.18	1.30%	585.77
Ativ25_13	2.25	134.88	172.72	137.13	174.97	0.00	37.84	0.00%	415.57	Ativ49_16	2.26	181.07	187.39	183.33	189.65	-0.00	6.32	0.00%	322.72
Ativ9_13	1.13	39.32	40.89	40.45	42.02	0.54	1.57	5.00%	25.66	Ativ38_16	3.38	155.64	157.20	159.01	160.58	0.00	1.57	18.60%	975.55
Ativ46_12	3.41	154.30	156.56	157.71	159.97	0.08	2.26	11.80%	800.44	Ativ27_16	1.12	133.01	148.87	134.13	149.99	0.00	15.86	0.00%	193.71
Ativ35_12	1.12	139.77	140.85	140.89	141.97	0.21	1.08	16.40%	35.68	Ativ48_15	3.39	173.78	176.07	177.16	179.46	0.00	2.30	11.60%	797.16
Ativ13_12	1.13	45.03	55.35	46.16	56.48	1.31	10.33	0.00%	177.31	Ativ37_15	3.40	156.14	178.34	159.54	181.74	0.26	22.20	0.00%	391.72
Ativ8_12	2.26	34.68	35.54	36.94	37.80	0.00	0.86	29.60%	530.38	Ativ26_15	3.36	146.15	181.76	149.51	185.12	0.00	35.61	0.00%	205.06
Ativ45_11	1.12	148.76	151.89	149.88	153.01	0.00	3.13	6.20%	70.62	Ativ47_14	3.36	166.06	168.05	169.42	171.41	0.13	1.99	13.20%	647.86
Ativ34_11	3.36	133.00	133.12	136.36	136.48	0.00	0.12	82.50%	317.96	Ativ36_14	3.37	148.51	170.33	151.88	173.70	0.10	21.82	0.00%	419.01
Ativ12_11	1.13	41.46	52.53	42.59	53.66	0.00	11.07	0.00%	10.08	Ativ25_14	2.26	137.13	176.11	139.38	178.37	0.00	38.99	0.00%	416.50
Ativ7_11	2.25	29.31	30.28	31.55	32.53	0.05	0.97	26.50%	25.64	Ativ9_14	1.12	41.69	43.24	42.81	44.36	0.57	1.55	4.80%	25.58
Ativ44_10	1.12	159.96	197.52	161.09	198.64	13.28	37.55	0.00%	388.32	Ativ46_13	3.40	158.36	160.16	161.76	163.56	0.13	1.80	15.40%	798.90
Ativ33_10	2.25	127.81	167.07	130.06	169.33	9.06	39.26	0.00%	71.59	Ativ35_13	1.12	143.14	144.62	144.25	145.74	0.40	1.49	11.00%	35.59
Ativ22_1_10	22.80	79.20	103.47	102.00	126.27	-0.00	24.27	0.40%	20501.80	Ativ13_13	1.12	47.46	56.48	48.59	57.61	1.29	9.02	0.00%	177.24
Ativ11_10	2.25	36.74	38.45	38.99	40.70	0.00	1.71	13.60%	567.04	Ativ8_13	2.26	37.07	37.93	39.32	40.18	0.00	0.86	29.00%	530.25
Ativ6_10	2.26	21.34	25.11	23.60	27.37	-0.00	3.77	2.50%	25.71	Ativ45_12	1.11	153.01	155.44	154.12	156.56	0.17	2.43	8.00%	70.50
Ativ8_9	2.29	27.53	28.35	29.82	30.64	-0.00	0.82	29.10%	533.21	Ativ34_12	3.35	136.42	136.92	139.77	140.28	-0.00	0.51	48.60%	317.52
Ativ9_8	1.13	27.38	29.28	28.51	30.41	0.49	1.90	3.20%	25.71	Ativ12_12	1.13	43.90	53.70	45.03	54.83	0.00	9.80	0.00%	10.01
Ativ50_7	1.13	162.92	194.80	164.05	195.94	-0.00	31.88	0.00%	380.36	Ativ7_12	2.26	31.62	32.71	33.88	34.97	0.06	1.09	23.10%	25.71
Ativ40_6	3.41	136.72	162.10	140.13	165.51	0.12	25.38	0.20%	1635.82	Ativ44_11	1.13	150.00	186.17	151.12	187.30	3.13	36.17	0.00%	388.57
Ativ52_5	1.13	156.20	193.75	157.34	194.88	0.00	37.54	0.00%	101.83	Ativ33_11	2.23	130.77	130.88	133.00	133.11	0.00	0.11	84.10%	71.09
Ativ41_5	3.37	136.97	162.28	140.34	165.65	0.00	25.31	0.10%	1394.96	Ativ11_11	2.27	39.19	40.72	41.46	42.98	0.00	1.52	15.60%	568.64

Ativ6_11	2.22	23.60	27.59	25.82	29.81	0.00	3.99	2.20%	25.42	Ativ25_15	2.25	139.38	179.49	141.63	181.74	-0.00	40.11	0.00%	415.92
Ativ43_10	1.13	158.71	196.38	159.85	197.52	0.11	37.67	0.00%	636.85	Ativ9_15	1.11	44.05	45.59	45.17	46.71	0.59	1.54	5.90%	25.48
Ativ32_10	2.24	124.46	164.83	126.69	167.07	1.11	40.38	0.00%	71.25	Ativ46_14	3.37	162.36	163.78	165.73	167.16	0.13	1.43	21.10%	794.99
Ativ10_10	2.26	33.99	35.05	36.24	37.30	0.08	1.06	24.40%	279.18	Ativ35_14	1.11	146.48	148.38	147.60	149.50	0.55	1.90	8.10%	35.53
Ativ5_10	2.26	23.58	25.07	25.84	27.33	-0.00	1.49	17.80%	77.01	Ativ13_14	1.12	49.88	57.61	51.00	58.73	1.27	7.73	0.00%	177.18
Ativ9_9	1.14	29.82	31.57	30.96	32.70	0.46	1.74	5.00%	25.80	Ativ8_14	2.25	39.44	40.34	41.69	42.59	-0.00	0.90	28.30%	529.72
Ativ50_8	1.12	166.74	196.05	167.86	197.17	-0.00	29.31	0.00%	379.73	Ativ45_13	1.12	156.92	159.04	158.04	160.16	0.32	2.12	8.30%	70.84
Ativ40_7	3.35	140.37	166.00	143.72	169.35	0.14	25.63	0.20%	1624.69	Ativ34_13	3.36	139.78	140.73	143.14	144.09	-0.00	0.95	33.10%	317.68
Ativ52_6	1.12	160.14	194.93	161.26	196.06	0.00	34.80	0.00%	101.33	Ativ12_13	1.14	46.32	54.87	47.46	56.01	0.00	8.55	0.00%	10.11
Ativ41_6	3.37	140.71	165.96	144.08	169.34	-0.00	25.25	0.10%	1394.82	Ativ7_13	2.27	33.95	35.17	36.22	37.43	0.06	1.21	21.70%	25.76
Ativ30_6	1.12	126.73	156.01	127.86	157.13	1.78	29.28	0.10%	194.12	Ativ44_12	1.13	154.25	187.38	155.38	188.51	2.78	33.13	0.00%	388.55
Ativ53_5	1.13	157.34	195.25	158.47	196.38	2.79	37.92	0.00%	634.49	Ativ33_12	2.25	133.25	134.66	135.50	136.91	0.13	1.41	8.10%	71.48
Ativ42_5	1.14	140.34	189.73	141.48	190.87	0.11	49.39	0.00%	1067.18	Ativ11_12	2.26	41.64	42.98	43.90	45.24	-0.00	1.34	19.10%	567.40
Ativ31_5	1.13	107.62	142.73	108.74	143.86	0.00	35.11	0.00%	35.79	Ativ6_12	2.23	25.82	30.03	28.06	32.27	-0.00	4.21	1.90%	25.52
Ativ43_4	1.14	136.56	188.48	137.69	189.62	0.11	51.93	0.00%	637.06	Ativ43_11	1.12	148.76	184.80	149.88	185.92	0.12	36.04	0.00%	635.92
Ativ32_4	2.27	110.96	139.96	113.22	142.22	0.00	29.00	0.00%	71.84	Ativ32_11	2.25	128.51	128.59	130.77	130.85	0.00	0.08	91.20%	71.57
Ativ10_4	2.26	19.19	21.16	21.45	23.42	0.09	1.97	11.10%	279.49	Ativ10_11	2.25	36.40	37.39	38.65	39.64	0.08	0.99	26.50%	279.02
Ativ44_3	1.12	133.90	188.60	135.03	189.72	2.78	54.70	0.00%	388.37	Ativ5_11	2.26	25.84	27.52	28.10	29.78	-0.00	1.68	14.20%	76.94
Ativ33_3	2.28	111.37	138.42	113.65	140.69	0.12	27.04	0.00%	72.01	Ativ53_10	1.13	176.62	200.89	177.75	202.02	24.27	24.27	0.40%	632.99
Ativ11_3	2.26	19.09	22.69	21.35	24.96	0.00	3.61	1.10%	568.35	Ativ42_10	1.12	158.71	196.39	159.84	197.52	0.12	37.68	0.00%	1064.83
Ativ45_2	1.12	128.72	155.54	129.85	156.66	0.17	26.81	0.00%	70.92	Ativ31_10	1.13	113.26	163.70	114.39	164.83	10.06	50.44	0.00%	35.88
Ativ34_2	3.38	112.17	136.87	115.55	140.25	0.00	24.70	0.20%	318.48	Ativ20_1_10	3.00	76.20	100.47	79.20	103.47	0.00	24.27	0.40%	0.00
Ativ12_2	1.12	18.62	41.80	19.74	42.92	0.00	23.18	0.00%	9.95	Ativ4_10	1.12	13.30	23.95	14.41	25.07	0.06	10.65	0.00%	49.89
Ativ46_1	3.34	125.61	153.12	128.95	156.47	-0.00	27.51	0.00%	790.09	Ativ50_9	1.12	170.56	197.32	171.69	198.44	-0.00	26.76	0.00%	379.91
Ativ35_1	1.12	112.12	137.13	113.24	138.25	0.01	25.01	0.10%	35.62	Ativ40_8	3.37	143.97	169.90	147.34	173.27	0.11	25.93	0.10%	1627.85
Ativ13_1	1.13	16.81	42.62	17.93	43.75	1.81	25.81	0.00%	177.34	Ativ52_7	1.13	164.05	196.11	165.18	197.24	0.00	32.06	0.00%	101.73
Ativ52_20	1.13	199.75	199.76	200.88	200.89	-0.00	0.01	99.60%	101.65	Ativ41_7	3.38	144.41	169.72	147.79	173.11	-0.00	25.32	0.10%	1396.36
Ativ41_20	3.33	179.56	181.77	182.89	185.11	0.00	2.21	9.50%	1389.18	Ativ30_7	1.14	130.07	160.00	131.21	161.14	1.79	29.93	0.00%	196.42
Ativ30_20	1.12	164.63	172.75	165.75	173.87	3.38	8.12	0.20%	194.21	Ativ53_6	1.13	161.26	196.38	162.39	197.51	2.80	35.12	0.00%	632.91
Ativ20_11_20	3.00	100.55	100.57	103.55	103.57	0.00	0.01	99.60%	0.00	Ativ42_6	1.11	144.08	191.02	145.19	192.13	0.12	46.94	0.00%	1062.37
Ativ19_11_20	1.12	99.43	99.44	100.55	100.57	-0.00	0.01	99.60%	8491.28	Ativ31_6	1.13	108.74	146.58	109.87	147.71	0.00	37.83	0.00%	35.90
Ativ3_20	1.13	23.34	48.58	24.47	49.71	0.60	25.24	0.00%	43.36	Ativ43_5	1.13	140.34	189.74	141.47	190.86	0.12	49.40	0.00%	636.39
Ativ29_19	2.27	158.95	165.98	161.21	168.24	-0.00	7.03	0.20%	390.69	Ativ32_5	2.24	113.22	143.86	115.47	146.10	0.00	30.63	0.00%	71.40
Ativ39_18	1.12	166.04	168.81	167.15	169.93	0.85	2.78	5.00%	2935.60	Ativ10_5	2.24	21.71	23.48	23.95	25.72	0.09	1.77	13.40%	278.20
Ativ28_18	3.39	152.19	158.11	155.58	161.50	0.00	5.92	0.90%	585.16	Ativ44_4	1.12	137.80	189.82	138.92	190.94	2.67	52.02	0.00%	388.00
Ativ49_17	2.27	184.96	189.65	187.23	191.91	-0.00	4.68	0.00%	323.54	Ativ33_4	2.27	113.77	142.25	116.04	144.52	0.11	28.48	0.00%	71.89
Ativ38_17	3.34	159.16	161.16	162.50	164.50	0.00	2.00	13.40%	969.12	Ativ11_4	2.25	21.71	24.96	23.96	27.20	0.00	3.25	2.30%	566.41
Ativ27_17	1.13	134.13	152.84	135.26	153.97	-0.00	18.71	0.00%	194.92	Ativ45_3	1.12	132.66	159.13	133.78	160.25	0.31	26.47	0.00%	70.77
Ativ48_16	3.40	177.66	179.46	181.06	182.86	0.01	1.80	16.80%	799.17	Ativ34_3	3.36	115.55	140.70	118.91	144.06	0.00	25.15	0.10%	317.77
Ativ37_16	3.41	159.79	181.74	163.20	185.15	0.23	21.95	0.00%	392.23	Ativ12_3	1.13	21.35	42.95	22.48	44.07	0.00	21.59	0.00%	10.03
Ativ26_16	3.36	149.51	185.12	152.87	188.48	-0.00	35.61	0.00%	205.07	Ativ46_2	3.37	130.01	156.66	133.38	160.03	0.09	26.65	0.00%	793.74
Ativ47_15	3.40	170.00	171.57	173.40	174.97	0.14	1.57	17.90%	653.49	Ativ35_2	1.11	115.55	140.83	116.66	141.94	0.20	25.29	0.10%	35.49
Ativ36_15	3.39	152.08	173.87	155.47	177.26	0.10	21.79	0.00%	420.38	Ativ13_2	1.12	19.74	43.75	20.86	44.87	1.62	24.00	0.00%	177.18

Ativ47_1	3.36	128.95	157.53	132.31	160.89	0.00	28.58	0.00%	647.73	Ativ52_8	1.13	167.86	197.31	168.99	198.44	0.00	29.45	0.00%	101.78
Ativ36_1	3.42	113.25	159.86	116.67	163.28	-0.00	46.61	0.00%	423.74	Ativ41_8	3.36	148.07	173.57	151.43	176.93	-0.00	25.50	0.10%	1393.05
Ativ25_1	2.26	106.13	166.03	108.38	168.28	-0.00	59.90	0.00%	416.53	Ativ30_8	1.12	133.40	164.00	134.52	165.12	1.89	30.59	0.00%	193.91
Ativ1_1	1.12	0.00	0.00	1.12	1.12	0.00	0.00	100.00%	200.76	Ativ53_7	1.12	165.18	197.51	166.30	198.63	2.69	32.33	0.00%	630.70
Ativ40_20	3.39	175.31	178.39	178.70	181.77	0.86	3.08	4.90%	1631.37	Ativ42_7	1.13	147.79	192.30	148.91	193.43	0.12	44.51	0.00%	1065.05
Ativ22_11_20	22.70	103.55	103.57	126.26	126.27	0.00	0.01	99.60%	20438.95	Ativ31_7	1.13	109.87	150.59	111.00	151.72	0.00	40.72	0.00%	35.83
Ativ39_19	1.12	169.54	172.90	170.66	174.01	0.91	3.35	4.10%	2935.54	Ativ43_6	1.13	144.08	191.01	145.21	192.13	0.11	46.93	0.00%	636.29
Ativ28_19	3.36	155.58	162.41	158.93	165.77	-0.00	6.83	0.40%	581.17	Ativ32_6	2.24	115.47	147.71	117.70	149.94	-0.00	32.24	0.00%	71.25
Ativ49_18	2.24	188.79	191.91	191.03	194.15	-0.00	3.12	0.00%	321.11	Ativ10_6	2.24	24.18	25.78	26.43	28.03	0.10	1.60	15.70%	278.63
Ativ38_18	3.38	162.65	165.17	166.04	168.56	-0.00	2.52	9.60%	976.89	Ativ44_5	1.13	141.59	191.04	142.72	192.17	2.60	49.45	0.00%	388.72
Ativ27_18	1.13	135.26	156.98	136.39	158.11	-0.00	21.72	0.00%	194.91	Ativ33_5	2.25	116.15	146.13	118.41	148.38	0.09	29.97	0.00%	71.55
Ativ48_17	3.40	181.55	182.86	184.95	186.26	0.01	1.31	26.30%	799.09	Ativ11_5	2.26	24.27	27.20	26.53	29.46	0.00	2.93	3.70%	567.70
Ativ37_17	3.38	163.43	185.15	166.81	188.53	0.22	21.72	0.00%	390.59	Ativ45_4	1.13	136.56	162.74	137.69	163.88	0.41	26.19	0.00%	71.24
Ativ26_17	3.41	152.87	188.48	156.28	191.89	0.00	35.61	0.00%	206.34	Ativ34_4	3.36	118.91	144.54	122.27	147.90	0.00	25.62	0.10%	317.83
Ativ47_16	3.34	173.87	175.14	177.21	178.48	0.15	1.27	23.50%	645.60	Ativ12_4	1.11	23.96	44.10	25.07	45.22	0.00	20.15	0.00%	9.91
Ativ36_16	3.33	155.64	177.44	158.97	180.77	0.11	21.80	0.00%	414.73	Ativ46_3	3.40	134.10	160.25	137.49	163.65	0.13	26.15	0.00%	798.40
Ativ25_16	2.25	141.63	182.86	143.88	185.10	0.00	41.22	0.00%	415.52	Ativ35_3	1.13	118.91	144.60	120.04	145.72	0.37	25.68	0.00%	35.78
Ativ9_16	1.13	46.41	47.93	47.55	49.06	0.58	1.51	8.00%	25.75	Ativ13_3	1.11	22.48	44.87	23.60	45.98	1.48	22.39	0.00%	177.04
Ativ46_15	3.37	166.21	167.41	169.59	170.78	0.15	1.20	25.40%	794.77	Ativ47_2	3.41	133.53	161.02	136.95	164.43	0.09	27.49	0.00%	654.38
Ativ35_15	1.12	149.85	152.24	150.97	153.35	0.65	2.38	5.70%	35.63	Ativ36_2	3.36	117.06	163.38	120.42	166.74	0.07	46.32	0.00%	417.81
Ativ13_15	1.14	52.27	58.73	53.41	59.87	1.31	6.46	0.00%	177.54	Ativ25_2	2.25	108.38	169.43	110.63	171.68	-0.00	61.05	0.00%	416.00
Ativ8_15	2.26	41.80	42.74	44.05	45.00	0.00	0.94	28.50%	530.18	Ativ1_2	1.13	1.12	2.37	2.25	3.50	0.00	1.25	3.80%	201.47
Ativ45_14	1.12	160.82	162.66	161.95	163.78	0.40	1.84	9.90%	70.82	Ativ48_1	3.38	132.31	162.59	135.68	165.96	0.00	30.28	0.00%	795.20
Ativ34_14	3.35	143.14	144.53	146.48	147.88	0.00	1.40	22.20%	317.31	Ativ37_1	3.38	116.67	164.99	120.04	168.37	0.62	48.33	0.00%	390.27
Ativ12_14	1.13	48.75	56.05	49.88	57.18	0.00	7.31	0.00%	10.03	Ativ26_1	3.40	108.38	168.30	111.78	171.70	0.01	59.92	0.00%	206.07
Ativ7_14	2.24	36.30	37.65	38.54	39.89	0.05	1.35	19.20%	25.57	Ativ50_20	1.11	198.64	198.65	199.75	199.76	0.00	0.01	99.50%	379.39
Ativ44_13	1.14	158.15	188.60	159.29	189.74	2.77	30.44	0.00%	389.28	Ativ23_11_20	1.13	126.26	126.27	127.39	127.40	-0.00	0.01	99.60%	11078.05
Ativ33_13	2.27	135.66	138.45	137.93	140.72	0.13	2.79	0.90%	71.88	Ativ1_20	1.13	21.34	47.45	22.47	48.58	0.87	26.11	0.00%	201.69
Ativ11_13	2.25	44.07	45.24	46.32	47.49	-0.00	1.17	22.40%	566.89	Ativ49_19	2.24	192.58	194.15	194.83	196.40	-0.00	1.57	3.50%	321.55
Ativ6_13	2.24	28.06	32.51	30.30	34.76	-0.00	4.46	1.80%	25.58	Ativ38_19	3.36	166.19	169.38	169.54	172.73	-0.00	3.19	5.90%	971.86
Ativ43_12	1.13	153.01	186.02	154.14	187.15	0.11	33.01	0.00%	636.87	Ativ27_19	1.12	136.39	161.29	137.51	162.41	-0.00	24.90	0.00%	194.14
Ativ32_12	2.25	130.77	132.38	133.02	134.63	-0.00	1.62	7.10%	71.51	Ativ48_18	3.37	185.41	186.26	188.78	189.63	0.01	0.85	38.00%	793.95
Ativ10_12	2.22	38.82	39.72	41.05	41.95	0.09	0.90	29.10%	277.69	Ativ37_18	3.38	167.03	188.53	170.41	191.91	0.23	21.50	0.00%	390.65
Ativ5_12	2.23	28.10	30.01	30.32	32.24	0.00	1.91	11.20%	76.58	Ativ26_18	3.38	156.28	191.89	159.66	195.27	0.00	35.61	0.00%	205.47
Ativ53_11	1.14	164.51	190.75	165.64	191.88	3.60	26.24	0.00%	636.63	Ativ47_17	3.37	177.65	178.68	181.02	182.05	0.16	1.03	30.20%	649.81
Ativ42_11	1.12	148.76	184.81	149.88	185.93	0.12	36.05	0.00%	1063.51	Ativ36_17	3.38	159.14	180.95	162.52	184.33	0.11	21.80	0.00%	419.64
Ativ31_11	1.13	127.39	127.46	128.51	128.59	-0.00	0.08	91.20%	35.83	Ativ25_17	2.23	143.88	186.24	146.11	188.47	-0.00	42.36	0.00%	414.11
Ativ4_11	1.13	14.47	26.39	15.61	27.52	0.05	11.92	0.00%	50.72	Ativ9_17	1.12	48.76	50.32	49.88	51.44	0.63	1.56	6.20%	25.57
Ativ52_10	1.13	175.49	199.76	176.62	200.89	0.00	24.27	0.40%	101.98	Ativ46_16	3.38	170.02	171.05	173.40	174.44	0.14	1.04	27.20%	796.43
Ativ41_10	3.35	155.36	181.71	158.71	185.06	0.00	26.35	0.00%	1392.33	Ativ35_16	1.13	153.21	156.07	154.34	157.20	0.76	2.86	3.30%	35.91
Ativ30_10	1.12	140.23	172.69	141.35	173.81	3.51	32.46	0.00%	193.68	Ativ13_16	1.12	54.71	59.87	55.83	60.99	1.30	5.16	0.00%	177.14
Ativ3_10	1.11	11.80	22.84	12.91	23.95	0.03	11.04	0.00%	42.73	Ativ8_16	2.25	44.16	45.18	46.41	47.43	0.00	1.02	27.10%	529.83
Ativ40_9	3.36	147.55	173.96	150.91	177.32	0.12	26.42	0.10%	1625.59	Ativ45_15	1.12	164.58	166.29	165.69	167.41	0.50	1.71	10.90%	70.64

Ativ34_15	3.37	146.48	148.41	149.85	151.77	-0.00	1.92	14.10%	318.17	Ativ37_2	3.34	120.66	168.37	124.00	171.71	0.43	47.71	0.00%	387.72
Ativ12_15	1.11	51.15	57.23	52.26	58.35	0.00	6.08	0.00%	9.91	Ativ26_2	3.36	111.79	171.70	115.15	175.05	0.00	59.90	0.00%	204.87
Ativ7_15	2.25	38.60	40.11	40.86	42.36	0.05	1.50	16.40%	25.66	Ativ49_1	2.25	135.68	176.07	137.93	178.32	0.00	40.39	0.00%	322.05
Ativ44_14	1.11	162.06	189.85	163.18	190.96	2.63	27.78	0.00%	387.51	Ativ38_1	3.38	113.25	138.25	116.63	141.63	0.00	25.00	0.10%	975.58
Ativ33_14	2.26	138.07	142.27	140.32	144.53	0.13	4.20	0.10%	71.63	Ativ27_1	1.13	103.13	129.58	104.25	130.71	-0.00	26.46	0.10%	194.69
Ativ11_14	2.24	46.50	47.49	48.75	49.74	0.00	0.99	26.30%	566.13	Ativ3_1	1.11	1.12	1.15	2.23	2.27	0.00	0.03	92.80%	42.78
Ativ6_14	2.23	30.30	35.03	32.53	37.26	-0.00	4.73	1.50%	25.53	Ativ24_11_20	3.00	127.39	163.00	130.39	166.00	0.00	35.61	0.00%	0.00
Ativ43_13	1.12	156.92	187.26	158.04	188.38	0.12	30.35	0.00%	635.87	Ativ48_19	3.35	189.22	189.63	192.58	192.99	0.00	0.41	56.70%	792.08
Ativ32_13	2.25	133.02	136.17	135.26	138.42	-0.00	3.16	0.60%	71.45	Ativ37_19	3.38	170.64	191.91	174.02	195.29	0.22	21.27	0.00%	390.29
Ativ10_13	2.26	41.20	42.02	43.46	44.28	0.10	0.82	30.60%	279.34	Ativ26_19	3.39	159.66	195.27	163.04	198.66	0.00	35.61	0.00%	205.73
Ativ5_13	2.26	30.32	32.47	32.58	34.73	-0.00	2.14	9.20%	76.92	Ativ47_18	3.38	181.45	182.27	184.83	185.65	0.16	0.82	34.10%	650.30
Ativ53_12	1.12	169.24	191.88	170.36	193.00	3.17	22.64	0.00%	628.92	Ativ36_18	3.37	162.70	184.53	166.06	187.90	0.08	21.83	0.00%	418.17
Ativ42_12	1.12	153.01	186.03	154.13	187.15	0.12	33.02	0.00%	1063.58	Ativ25_18	2.24	146.11	189.64	148.35	191.88	-0.00	43.53	0.00%	415.35
Ativ31_12	1.12	128.51	131.26	129.63	132.38	0.00	2.75	0.00%	35.66	Ativ9_18	1.12	51.12	52.71	52.25	53.83	0.63	1.59	7.40%	25.59
Ativ4_12	1.11	15.65	28.90	16.77	30.01	0.06	13.24	0.00%	49.82	Ativ46_17	3.37	173.76	174.71	177.13	178.07	0.14	0.95	29.70%	793.96
Ativ52_11	1.13	163.38	189.09	164.51	190.22	0.00	25.71	0.00%	101.50	Ativ35_17	1.13	156.57	160.03	157.70	161.16	0.83	3.46	1.80%	35.79
Ativ41_11	3.36	145.40	147.60	148.76	150.96	0.00	2.20	12.20%	1393.80	Ativ13_17	1.12	57.13	60.99	58.25	62.11	1.27	3.86	0.00%	177.19
Ativ30_11	1.13	134.15	137.09	135.28	138.23	1.72	2.94	0.80%	195.53	Ativ8_17	2.26	46.50	47.63	48.76	49.89	0.00	1.13	22.80%	530.50
Ativ3_11	1.12	12.95	25.26	14.07	26.39	0.02	12.32	0.00%	43.20	Ativ45_16	1.14	168.32	169.92	169.46	171.05	0.53	1.59	9.70%	71.44
Ativ40_10	3.39	151.10	178.32	154.49	181.71	0.87	27.22	0.00%	1631.49	Ativ34_16	3.35	149.85	152.32	153.21	155.68	-0.00	2.47	8.40%	317.63
Ativ52_9	1.12	171.69	198.52	172.81	199.65	0.00	26.84	0.00%	101.38	Ativ12_16	1.13	53.58	58.41	54.71	59.54	0.00	4.83	0.00%	10.05
Ativ41_9	3.37	151.72	177.50	155.09	180.88	-0.00	25.79	0.10%	1395.22	Ativ7_16	2.23	40.92	42.61	43.15	44.84	0.04	1.69	12.90%	25.50
Ativ30_9	1.13	136.81	168.16	137.94	169.29	1.87	31.35	0.00%	195.09	Ativ44_15	1.13	165.81	191.06	166.93	192.19	2.64	25.25	0.00%	388.54
Ativ53_8	1.13	168.99	198.63	170.12	199.76	2.69	29.64	0.00%	633.27	Ativ33_15	2.24	140.45	146.15	142.69	148.40	0.11	5.70	0.00%	71.39
Ativ42_8	1.12	151.43	193.60	152.55	194.72	0.13	42.17	0.00%	1063.39	Ativ11_15	2.22	48.92	49.74	51.15	51.96	0.00	0.81	30.90%	563.76
Ativ31_8	1.13	111.00	154.73	112.13	155.86	0.00	43.73	0.00%	35.84	Ativ6_15	2.23	32.53	37.53	34.76	39.76	-0.00	5.00	1.30%	25.51
Ativ43_7	1.12	147.79	192.29	148.91	193.41	0.12	44.50	0.00%	636.24	Ativ43_14	1.12	160.82	188.52	161.95	189.64	0.12	27.69	0.00%	636.23
Ativ32_7	2.26	117.70	151.72	119.97	153.98	0.00	34.02	0.00%	71.74	Ativ32_14	2.24	135.26	140.00	137.51	142.24	0.00	4.73	0.10%	71.32
Ativ10_7	2.26	26.64	28.09	28.90	30.35	0.10	1.45	18.10%	279.27	Ativ10_14	2.26	43.61	44.36	45.87	46.62	0.09	0.75	32.10%	279.32
Ativ44_6	1.12	145.32	192.29	146.44	193.41	2.59	46.97	0.00%	388.30	Ativ5_14	2.26	32.58	34.98	34.84	37.24	0.00	2.40	7.10%	76.96
Ativ33_6	2.25	118.50	149.97	120.75	152.23	0.10	31.48	0.00%	71.54	Ativ53_13	1.13	173.53	193.00	174.66	194.13	2.95	19.47	0.00%	634.98
Ativ11_6	2.25	26.81	29.46	29.06	31.71	0.00	2.66	5.20%	566.71	Ativ42_13	1.12	156.92	187.26	158.04	188.38	0.11	30.34	0.00%	1064.89
Ativ45_5	1.12	140.34	166.32	141.46	167.43	0.46	25.98	0.00%	70.62	Ativ31_13	1.12	129.63	135.05	130.76	136.17	-0.00	5.42	0.00%	35.73
Ativ34_5	3.34	122.27	148.39	125.61	151.73	-0.00	26.11	0.10%	316.99	Ativ4_13	1.13	16.83	31.34	17.96	32.47	0.06	14.51	0.00%	50.52
Ativ12_5	1.13	26.53	45.25	27.66	46.37	0.00	18.71	0.00%	10.03	Ativ52_12	1.12	168.12	190.26	169.24	191.38	0.00	22.15	0.00%	101.37
Ativ46_4	3.33	138.11	163.88	141.44	167.21	0.14	25.77	0.00%	788.47	Ativ41_12	3.35	149.66	151.20	153.01	154.55	0.00	1.54	19.70%	1392.21
Ativ35_4	1.12	122.27	148.37	123.40	149.50	0.52	26.10	0.00%	35.75	Ativ30_12	1.12	137.54	140.85	138.66	141.97	1.76	3.31	1.60%	194.11
Ativ13_4	1.12	25.07	45.98	26.19	47.10	1.47	20.91	0.00%	177.09	Ativ3_12	1.12	14.10	27.78	15.22	28.90	0.03	13.67	0.00%	43.06
Ativ47_3	3.36	137.76	164.57	141.12	167.93	0.12	26.81	0.00%	647.93	Ativ40_11	3.38	142.02	143.41	145.40	146.79	0.00	1.39	22.10%	1629.15
Ativ36_3	3.38	120.67	166.84	124.06	170.22	0.09	46.17	0.00%	419.85	Ativ50_10	1.12	174.37	198.64	175.49	199.76	-0.00	24.27	0.40%	379.75
Ativ25_3	2.24	110.63	172.80	112.87	175.03	0.00	62.16	0.00%	414.80	Ativ1_10	1.12	10.11	21.71	11.23	22.83	-0.00	11.60	0.00%	200.93
Ativ1_3	1.12	2.25	4.75	3.37	5.87	-0.00	2.51	0.00%	200.71	Ativ53_9	1.13	172.81	199.76	173.94	200.89	2.68	26.95	0.00%	635.69
Ativ48_2	3.36	137.08	165.96	140.44	169.33	0.01	28.89	0.00%	793.63	Ativ42_9	1.13	155.09	194.94	156.23	196.08	0.12	39.85	0.00%	1066.65

Ativ31_9	1.13	112.13	159.03	113.26	160.16	-0.00	46.89	0.00%	35.86	Ativ43_15	1.12	164.58	189.76	165.69	190.88	0.11	25.19	0.00%	635.73
Ativ43_8	1.13	151.43	193.59	152.56	194.72	0.11	42.16	0.00%	636.56	Ativ32_15	2.28	137.51	143.85	139.78	146.13	-0.00	6.35	0.00%	72.00
Ativ32_8	2.24	119.97	155.86	122.21	158.10	-0.00	35.90	0.00%	71.31	Ativ10_15	2.26	46.02	46.71	48.27	48.97	0.07	0.69	34.10%	279.24
Ativ10_8	2.24	29.10	30.41	31.34	32.65	0.10	1.31	19.50%	278.41	Ativ5_15	2.23	34.84	37.51	37.07	39.75	0.00	2.67	5.40%	76.63
Ativ44_7	1.11	149.03	193.55	150.15	194.66	2.53	44.52	0.00%	387.63	Ativ53_14	1.13	177.61	194.13	178.74	195.26	2.93	16.52	0.00%	635.06
Ativ33_7	2.27	120.84	154.00	123.11	156.26	0.07	33.15	0.00%	71.80	Ativ42_14	1.13	160.82	188.52	161.95	189.64	0.11	27.69	0.00%	1065.06
Ativ11_7	2.26	29.31	31.71	31.57	33.97	0.00	2.40	7.00%	567.65	Ativ31_14	1.12	130.76	138.87	131.88	140.00	-0.00	8.12	0.00%	35.75
Ativ45_6	1.12	144.08	169.93	145.20	171.05	0.51	25.85	0.10%	70.79	Ativ4_14	1.13	18.01	33.85	19.14	34.98	0.06	15.84	0.00%	50.45
Ativ34_6	3.37	125.61	152.24	128.99	155.61	0.00	26.63	0.10%	318.38	Ativ52_13	1.13	172.39	191.42	173.53	192.55	-0.00	19.02	0.00%	101.98
Ativ12_6	1.13	29.06	46.41	30.18	47.53	0.00	17.35	0.00%	10.01	Ativ41_13	3.37	153.55	154.83	156.92	158.19	-0.00	1.28	21.80%	1394.32
Ativ46_5	3.36	141.93	167.43	145.29	170.79	0.13	25.50	0.00%	792.29	Ativ30_13	1.12	140.95	144.62	142.07	145.74	1.76	3.67	1.30%	194.08
Ativ35_5	1.13	125.61	152.19	126.74	153.32	0.65	26.58	0.00%	35.82	Ativ3_13	1.12	15.26	30.22	16.38	31.34	0.02	14.96	0.00%	43.07
Ativ13_5	1.12	27.66	47.10	28.78	48.22	1.40	19.44	0.00%	177.21	Ativ40_12	3.40	146.05	147.09	149.46	150.50	0.09	1.04	27.50%	1634.85
Ativ47_4	3.37	141.78	168.04	145.14	171.41	0.13	26.27	0.00%	648.80	Ativ50_11	1.13	162.25	187.59	163.38	188.72	0.00	25.34	0.00%	380.44
Ativ36_4	3.37	124.27	170.35	127.64	173.71	0.10	46.07	0.00%	418.22	Ativ1_11	1.11	11.23	24.14	12.34	25.25	-0.00	12.91	0.00%	200.04
Ativ25_4	2.24	112.87	176.16	115.11	178.40	0.00	63.29	0.00%	414.93	Ativ43_9	1.13	155.09	194.95	156.22	196.07	0.13	39.85	0.00%	636.44
Ativ1_4	1.12	3.37	7.17	4.49	8.30	-0.00	3.81	0.00%	201.29	Ativ32_9	2.25	122.21	160.16	124.46	162.41	-0.00	37.95	0.00%	71.50
Ativ48_3	3.36	141.37	169.33	144.73	172.69	0.01	27.96	0.00%	793.26	Ativ10_9	2.27	31.55	32.70	33.82	34.97	0.08	1.15	23.10%	279.75
Ativ37_3	3.37	124.43	171.71	127.80	175.08	0.35	47.28	0.00%	390.17	Ativ44_8	1.12	152.67	194.82	153.80	195.94	2.55	42.14	0.00%	388.19
Ativ26_3	3.36	115.15	175.05	118.52	178.42	-0.00	59.90	0.00%	205.13	Ativ33_8	2.25	123.18	158.13	125.43	160.37	0.08	34.94	0.00%	71.46
Ativ49_2	2.25	140.45	178.32	142.70	180.57	0.00	37.87	0.00%	321.83	Ativ11_8	2.23	31.80	33.97	34.03	36.20	0.00	2.17	8.40%	564.20
Ativ38_2	3.40	117.04	141.94	120.44	145.34	0.00	24.91	0.20%	980.25	Ativ45_7	1.12	147.79	173.59	148.91	174.72	0.53	25.81	0.10%	70.90
Ativ27_2	1.13	104.25	133.38	105.39	134.51	-0.00	29.12	0.00%	195.34	Ativ34_7	3.40	128.99	156.27	132.39	159.67	-0.00	27.28	0.00%	319.45
Ativ3_2	1.13	2.35	3.53	3.49	4.66	0.02	1.17	4.20%	43.58	Ativ12_7	1.12	31.57	47.57	32.69	48.69	0.00	16.00	0.00%	10.00
Ativ39_1	1.12	116.63	142.39	117.75	143.51	0.00	25.76	0.00%	2935.88	Ativ46_6	3.36	145.73	171.05	149.09	174.41	0.14	25.32	0.10%	792.66
Ativ28_1	3.38	104.25	130.71	107.64	134.09	-0.00	26.46	0.10%	584.33	Ativ35_6	1.13	128.99	156.00	130.11	157.13	0.74	27.02	0.10%	35.79
Ativ4_1	1.13	2.23	2.27	3.36	3.40	-0.00	0.03	92.40%	50.54	Ativ13_6	1.14	30.18	48.22	31.33	49.36	1.37	18.04	0.00%	177.59
Ativ47_19	3.41	185.22	185.88	188.63	189.29	0.17	0.65	39.30%	654.51	Ativ47_5	3.39	145.69	171.55	149.08	174.94	0.13	25.86	0.00%	651.55
Ativ36_19	3.39	166.19	188.14	169.59	191.54	0.10	21.95	0.00%	421.11	Ativ36_5	3.38	127.83	173.85	131.21	177.23	0.09	46.02	0.00%	419.26
Ativ25_19	2.26	148.35	193.00	150.61	195.25	-0.00	44.65	0.00%	416.40	Ativ25_5	2.25	115.11	179.56	117.36	181.81	-0.00	64.45	0.00%	415.83
Ativ9_19	1.12	53.47	55.11	54.59	56.23	0.64	1.64	8.10%	25.56	Ativ1_5	1.12	4.49	9.56	5.61	10.68	-0.00	5.07	0.00%	200.58
Ativ46_18	3.43	177.48	178.39	180.91	181.82	0.13	0.91	30.60%	804.13	Ativ48_4	3.36	145.46	172.69	148.82	176.05	0.01	27.23	0.00%	793.06
Ativ35_18	1.14	159.96	164.04	161.09	165.17	0.90	4.08	2.00%	35.95	Ativ37_4	3.38	128.15	175.08	131.53	178.46	0.31	46.93	0.00%	390.41
Ativ13_18	1.13	59.52	62.11	60.66	63.24	1.27	2.58	0.00%	177.43	Ativ26_4	3.41	118.52	178.42	121.93	181.83	0.00	59.90	0.00%	206.42
Ativ8_18	2.27	48.85	50.12	51.12	52.39	-0.00	1.27	19.30%	531.38	Ativ49_3	2.30	144.74	180.57	147.04	182.87	-0.00	35.83	0.00%	326.74
Ativ45_17	1.13	172.00	173.58	173.13	174.71	0.59	1.58	11.80%	71.23	Ativ38_3	3.39	120.71	145.72	124.10	149.11	0.00	25.01	0.20%	978.96
Ativ34_17	3.36	153.21	156.31	156.57	159.67	-0.00	3.10	5.10%	317.87	Ativ27_3	1.13	105.39	137.14	106.51	138.27	-0.00	31.75	0.00%	194.56
Ativ12_17	1.12	56.01	59.59	57.13	60.71	0.00	3.58	0.00%	9.96	Ativ3_3	1.13	3.56	5.90	4.69	7.03	0.03	2.33	0.00%	43.45
Ativ7_17	2.22	43.21	45.13	45.43	47.35	0.05	1.92	9.90%	25.43	Ativ39_2	1.12	120.44	146.06	121.56	147.18	0.24	25.63	0.00%	2935.56
Ativ44_16	1.12	169.58	192.30	170.70	193.43	2.54	22.73	0.00%	388.26	Ativ28_2	3.33	107.64	134.51	110.97	137.84	-0.00	26.87	0.10%	578.16
Ativ33_16	2.27	142.80	150.04	145.07	152.31	0.09	7.24	0.00%	71.95	Ativ4_2	1.13	3.57	4.67	4.70	5.80	0.12	1.09	4.30%	50.57
Ativ11_16	2.25	51.33	51.96	53.58	54.21	0.00	0.63	38.00%	566.94	Ativ29_1	2.24	107.64	134.87	109.87	137.11	-0.00	27.23	0.00%	387.35
Ativ6_16	2.26	34.76	40.05	37.02	42.30	-0.00	5.28	0.90%	25.69	Ativ5_1	2.25	3.36	3.40	5.61	5.64	-0.00	0.03	92.30%	76.78

Ativ46_19	3.38	181.22	182.24	184.60	185.62	0.13	1.02	29.70%	795.73	Ativ49_4	2.25	148.84	182.87	151.09	185.12	-0.00	34.03	0.00%	322.25
Ativ35_19	1.13	163.33	168.25	164.46	169.38	0.96	4.92	1.10%	35.77	Ativ38_4	3.40	124.31	149.50	127.70	152.89	-0.00	25.19	0.00%	979.52
Ativ13_19	1.12	61.93	63.24	63.05	64.36	1.30	1.31	0.60%	177.16	Ativ27_4	1.13	106.51	140.98	107.64	142.11	-0.00	34.47	0.00%	194.49
Ativ8_19	2.25	51.22	52.67	53.47	54.92	0.00	1.44	15.20%	529.68	Ativ3_4	1.12	4.76	8.32	5.88	9.45	0.03	3.56	0.00%	43.09
Ativ45_18	1.13	175.62	177.26	176.74	178.39	0.67	1.64	12.80%	70.96	Ativ39_3	1.13	124.10	149.79	125.24	150.92	0.40	25.68	0.20%	2936.98
Ativ34_18	3.39	156.57	160.39	159.96	163.78	0.00	3.83	3.30%	319.01	Ativ28_3	3.39	110.97	138.27	114.36	141.65	0.00	27.30	0.10%	584.83
Ativ12_18	1.13	58.39	60.78	59.52	61.90	0.00	2.38	0.00%	10.03	Ativ4_3	1.13	4.84	7.03	5.97	8.16	0.11	2.19	0.00%	50.50
Ativ7_18	2.23	45.50	47.67	47.72	49.89	0.04	2.17	7.40%	25.47	Ativ29_2	2.24	110.99	138.57	113.23	140.81	-0.00	27.58	0.00%	388.02
Ativ44_17	1.13	173.24	193.55	174.37	194.69	2.48	20.31	0.00%	388.90	Ativ5_2	2.22	5.62	5.80	7.84	8.02	-0.00	0.18	68.50%	76.50
Ativ33_17	2.24	145.17	154.06	147.41	156.30	0.09	8.89	0.00%	71.32	Ativ6_1	2.25	1.12	3.36	3.37	5.61	0.00	2.24	3.40%	25.63
Ativ11_17	2.26	53.74	54.21	56.01	56.48	-0.00	0.47	46.30%	568.24	Ativ45_19	1.12	179.26	181.12	180.38	182.24	0.76	1.86	12.50%	70.85
Ativ6_17	2.25	37.02	42.61	39.27	44.86	0.00	5.59	0.70%	35.64	Ativ34_19	3.37	159.96	164.70	163.33	168.07	0.00	4.74	1.30%	318.35
Ativ43_16	1.13	168.32	191.02	169.46	192.15	0.12	22.70	0.00%	636.74	Ativ12_19	1.13	60.81	62.00	61.93	63.12	0.00	1.19	0.60%	10.00
Ativ32_16	2.27	139.78	147.74	142.05	150.01	0.00	7.95	0.00%	71.94	Ativ7_19	2.25	47.78	50.28	50.03	52.53	0.05	2.51	5.30%	25.62
Ativ10_16	2.27	48.41	49.06	50.68	51.32	0.08	0.65	37.50%	279.59	Ativ44_18	1.12	176.86	194.84	177.98	195.95	2.52	17.98	0.00%	387.94
Ativ5_16	2.24	37.07	40.06	39.31	42.30	0.00	2.98	4.30%	76.74	Ativ33_18	2.25	147.49	158.14	149.74	160.39	0.09	10.64	0.00%	71.50
Ativ53_15	1.12	181.67	195.26	182.79	196.38	2.78	13.59	0.00%	630.64	Ativ11_18	2.23	56.16	56.48	58.39	58.71	-0.00	0.31	55.70%	564.65
Ativ42_15	1.11	164.58	189.77	165.69	190.88	0.12	25.19	0.00%	1062.47	Ativ6_18	2.24	39.27	45.23	41.51	47.47	-0.00	5.96	0.40%	25.59
Ativ31_15	1.13	131.88	142.72	133.01	143.85	0.00	10.84	0.00%	35.89	Ativ34_17	1.12	172.00	192.31	173.12	193.43	0.12	20.31	0.00%	636.10
Ativ4_15	1.13	19.20	36.38	20.33	37.51	0.05	17.19	0.00%	50.60	Ativ32_17	2.25	142.05	151.79	144.30	154.04	-0.00	9.73	0.00%	71.50
Ativ52_14	1.12	176.49	192.60	177.61	193.72	0.00	16.11	0.00%	101.41	Ativ10_17	2.26	50.80	51.44	53.06	53.70	0.07	0.64	36.60%	279.32
Ativ41_14	3.41	157.41	158.49	160.82	161.91	-0.00	1.08	26.10%	1401.11	Ativ5_17	2.25	39.31	42.61	41.56	44.86	0.00	3.30	3.00%	76.80
Ativ30_14	1.12	144.35	148.38	145.48	149.50	1.72	4.02	1.60%	193.95	Ativ53_16	1.13	185.58	196.38	186.70	197.51	2.76	10.81	0.00%	632.53
Ativ3_14	1.13	16.42	32.73	17.54	33.85	0.02	16.31	0.00%	43.33	Ativ42_16	1.13	168.32	191.02	169.45	192.14	0.13	22.70	0.00%	1065.07
Ativ40_13	3.34	149.87	150.84	153.21	154.18	0.11	0.97	26.90%	1621.57	Ativ31_16	1.13	133.01	146.60	134.15	147.74	0.00	13.59	0.00%	35.95
Ativ50_12	1.12	166.99	188.79	168.11	189.91	0.00	21.80	0.00%	379.73	Ativ4_16	1.14	20.38	38.92	21.52	40.06	0.05	18.54	0.00%	50.80
Ativ1_12	1.11	12.34	26.66	13.46	27.77	0.00	14.31	0.00%	199.94	Ativ52_15	1.12	180.55	193.77	181.67	194.89	0.00	13.22	0.00%	101.12
Ativ44_9	1.12	156.35	196.14	157.46	197.26	2.50	39.79	0.00%	387.97	Ativ41_15	3.38	161.20	162.23	164.58	165.61	-0.00	1.03	26.50%	1396.15
Ativ33_9	2.22	125.51	162.42	127.73	164.64	0.07	36.91	0.00%	70.97	Ativ30_15	1.11	147.70	152.24	148.81	153.35	1.75	4.54	1.20%	192.93
Ativ11_9	2.25	34.28	36.20	36.53	38.45	0.00	1.92	11.10%	566.33	Ativ3_15	1.13	17.57	35.25	18.71	36.38	0.02	17.67	0.00%	43.51
Ativ45_8	1.13	151.43	177.31	152.56	178.43	0.62	25.88	0.10%	71.03	Ativ40_14	3.39	153.59	154.54	156.97	157.93	0.12	0.95	29.80%	1631.39
Ativ34_8	3.36	132.39	160.38	135.75	163.74	-0.00	27.99	0.00%	317.93	Ativ50_13	1.14	171.26	189.98	172.39	191.11	-0.00	18.72	0.00%	380.63
Ativ12_8	1.13	34.03	48.73	35.16	49.86	0.00	14.70	0.00%	10.06	Ativ1_13	1.13	13.46	29.08	14.58	30.21	0.00	15.63	0.00%	201.67
Ativ46_7	3.36	149.48	174.72	152.84	178.08	0.16	25.24	0.20%	793.04	Ativ45_9	1.13	155.09	181.08	156.22	182.21	0.68	25.99	0.10%	71.13
Ativ35_7	1.13	132.39	160.01	133.52	161.14	0.82	27.62	0.00%	35.90	Ativ34_9	3.37	135.75	164.65	139.12	168.02	-0.00	28.90	0.00%	318.20
Ativ13_7	1.13	32.69	49.36	33.83	50.50	1.33	16.67	0.00%	177.40	Ativ12_9	1.13	36.53	49.90	37.66	51.03	0.00	13.37	0.00%	10.06
Ativ47_6	3.36	149.56	175.10	152.92	178.46	0.14	25.54	0.00%	648.04	Ativ46_8	3.39	153.22	178.43	156.61	181.83	0.15	25.22	0.20%	797.62
Ativ36_6	3.37	131.37	177.37	134.75	180.75	0.10	46.00	0.00%	419.06	Ativ35_8	1.12	135.75	163.99	136.87	165.12	0.92	28.24	0.00%	35.69
Ativ25_6	2.26	117.36	182.94	119.62	185.20	-0.00	65.58	0.00%	416.74	Ativ13_8	1.13	35.16	50.50	36.29	51.63	1.37	15.34	0.00%	177.33
Ativ1_6	1.11	5.61	11.96	6.72	13.07	0.00	6.35	0.00%	199.85	Ativ47_7	3.41	153.38	178.64	156.79	182.05	0.15	25.26	0.10%	654.58
Ativ48_5	3.39	149.44	176.05	152.83	179.44	0.00	26.61	0.00%	797.14	Ativ36_7	3.43	134.91	180.91	138.33	184.34	0.08	46.00	0.00%	424.92
Ativ37_5	3.33	131.84	178.46	135.17	181.79	0.30	46.62	0.00%	387.46	Ativ25_7	2.25	119.62	186.32	121.87	188.57	0.00	66.70	0.00%	416.00
Ativ26_5	3.39	121.93	181.83	125.32	185.22	-0.00	59.90	0.00%	205.72	Ativ1_7	1.13	6.72	14.36	7.85	15.49	0.00	7.64	0.00%	201.56

Ativ48_6	3.39	153.35	179.44	156.74	182.83	0.00	26.08	0.00%	797.49	Ativ37_7	3.37	139.12	185.17	142.49	188.54	0.24	46.05	0.00%	389.60
Ativ37_6	3.38	135.47	181.79	138.85	185.17	0.27	46.32	0.00%	390.62	Ativ26_7	3.38	128.68	188.58	132.06	191.96	-0.00	59.90	0.00%	205.42
Ativ26_6	3.37	125.32	185.22	128.68	188.58	-0.00	59.90	0.00%	205.22	Ativ49_6	2.26	156.75	187.37	159.02	189.64	-0.00	30.62	0.00%	323.28
Ativ49_5	2.25	152.84	185.12	155.09	187.37	0.00	32.29	0.00%	322.14	Ativ38_6	3.41	131.43	157.13	134.85	160.55	-0.00	25.70	0.20%	983.32
Ativ38_5	3.39	127.88	153.32	131.27	156.71	-0.00	25.44	0.00%	978.48	Ativ27_6	1.13	108.78	148.81	109.90	149.93	-0.00	40.03	0.00%	194.65
Ativ27_5	1.14	107.64	144.87	108.78	146.01	0.00	37.23	0.00%	196.15	Ativ3_6	1.14	7.12	13.09	8.25	14.23	0.03	5.97	0.00%	43.69
Ativ3_5	1.13	5.94	10.70	7.07	11.83	0.03	4.76	0.00%	43.37	Ativ39_5	1.12	131.27	157.25	132.39	158.37	0.65	25.98	0.00%	2935.56
Ativ39_4	1.12	127.70	153.48	128.82	154.61	0.54	25.78	0.00%	2935.90	Ativ28_5	3.36	117.74	146.01	121.10	149.37	0.00	28.27	0.10%	581.88
Ativ28_4	3.38	114.36	142.11	117.74	145.49	0.00	27.75	0.10%	584.32	Ativ4_5	1.12	7.30	11.83	8.42	12.96	0.09	4.54	0.00%	50.30
Ativ4_4	1.12	6.08	9.45	7.20	10.57	0.10	3.37	0.00%	50.23	Ativ29_4	2.26	117.76	146.11	120.02	148.36	-0.00	28.35	0.00%	389.80
Ativ29_3	2.24	114.37	142.33	116.61	144.57	0.00	27.96	0.00%	387.74	Ativ5_4	2.24	10.09	10.57	12.33	12.81	-0.00	0.48	47.20%	76.68
Ativ5_3	2.25	7.84	8.16	10.09	10.41	-0.00	0.32	55.90%	76.84	Ativ6_3	2.25	5.61	8.13	7.86	10.38	-0.00	2.52	3.40%	25.63
Ativ6_2	2.24	3.37	5.75	5.61	7.99	-0.00	2.38	3.40%	25.58	Ativ7_2	2.23	8.08	8.78	10.31	11.01	0.05	0.70	32.30%	25.52
Ativ7_1	2.23	5.61	6.43	7.84	8.66	-0.00	0.82	28.10%	25.51	Ativ8_1	2.24	7.84	9.65	10.08	11.89	-0.00	1.81	8.40%	528.58
Ativ29_20	2.25	162.38	170.50	164.63	172.75	0.00	8.12	0.20%	389.20	Ativ39_20	1.14	173.07	177.25	174.21	178.39	1.10	4.18	2.20%	2937.21
Ativ44_19	1.11	180.50	196.14	181.61	197.26	2.52	15.64	0.00%	387.66	Ativ28_20	3.43	158.93	167.07	162.36	170.50	0.01	8.14	0.20%	589.69
Ativ33_19	2.27	149.83	162.42	152.10	164.69	0.08	12.59	0.00%	71.88	Ativ43_19	1.12	179.26	194.96	180.38	196.08	0.12	15.70	0.00%	636.20
Ativ11_19	2.26	58.54	58.71	60.81	60.97	0.00	0.17	68.40%	568.19	Ativ32_19	2.26	146.56	160.14	148.82	162.40	-0.00	13.59	0.00%	71.73
Ativ6_19	2.25	41.51	47.93	43.77	50.18	0.00	6.41	0.00%	25.67	Ativ10_19	2.25	55.56	56.23	57.81	58.48	0.07	0.67	34.40%	278.80
Ativ43_18	1.12	175.62	193.62	176.74	194.74	0.12	18.00	0.00%	635.88	Ativ5_19	2.24	43.81	47.93	46.04	50.16	0.00	4.12	1.00%	76.67
Ativ32_18	2.25	144.30	155.87	146.56	158.12	0.00	11.57	0.00%	71.58	Ativ53_18	1.12	193.28	198.64	194.40	199.76	2.67	5.35	0.00%	628.70
Ativ10_18	2.24	53.19	53.83	55.43	56.07	0.09	0.64	35.70%	278.41	Ativ42_18	1.13	175.62	193.61	176.75	194.74	0.11	17.99	0.00%	1065.52
Ativ5_18	2.25	41.56	45.23	43.81	47.48	-0.00	3.67	1.80%	76.82	Ativ31_18	1.12	135.27	154.74	136.40	155.87	0.00	19.47	0.00%	35.75
Ativ53_17	1.13	189.46	197.51	190.59	198.64	2.70	8.05	0.00%	633.07	Ativ4_18	1.12	22.74	44.11	23.86	45.23	0.05	21.37	0.00%	50.12
Ativ42_17	1.13	172.00	192.30	173.13	193.43	0.11	20.30	0.00%	1065.09	Ativ52_17	1.11	188.35	196.14	189.46	197.25	0.00	7.79	0.00%	100.76
Ativ31_17	1.13	134.15	150.66	135.27	151.79	-0.00	16.51	0.00%	35.76	Ativ41_17	3.37	168.63	169.75	172.00	173.13	-0.00	1.13	24.70%	1395.04
Ativ4_17	1.12	21.57	41.49	22.69	42.61	0.05	19.92	0.00%	50.18	Ativ30_17	1.12	154.44	160.03	155.57	161.16	1.72	5.59	0.40%	194.39
Ativ52_16	1.13	184.45	194.95	185.58	196.07	0.00	10.50	0.00%	101.49	Ativ3_17	1.14	19.89	40.35	21.03	41.49	0.02	20.46	0.00%	43.83
Ativ41_16	3.41	164.91	165.96	168.32	169.37	-0.00	1.04	24.60%	1400.55	Ativ40_16	3.38	160.91	162.12	164.29	165.50	0.12	1.21	23.10%	1630.43
Ativ30_16	1.13	151.07	156.08	152.19	157.20	1.74	5.01	0.60%	194.53	Ativ50_15	1.13	179.42	192.40	180.55	193.53	0.00	12.97	0.00%	380.25
Ativ3_16	1.13	18.73	37.79	19.86	38.92	0.02	19.06	0.00%	43.42	Ativ1_15	1.12	15.71	34.12	16.83	35.25	0.00	18.41	0.00%	201.30
Ativ40_15	3.35	157.28	158.34	160.63	161.69	0.14	1.06	26.00%	1623.96	Ativ29_10	2.25	137.99	170.45	140.23	172.69	0.00	32.46	0.00%	388.39
Ativ50_14	1.12	175.37	191.20	176.49	192.32	0.00	15.83	0.00%	379.55	Ativ18_1_10	5.65	69.43	93.71	75.08	99.35	-0.00	24.27	0.40%	390.08
Ativ1_14	1.13	14.58	31.59	15.71	32.72	-0.00	17.01	0.00%	201.49	Ativ47_9	3.36	160.96	185.88	164.32	189.24	0.17	24.92	0.20%	647.94
Ativ19_1_10	1.12	75.08	99.35	76.20	100.47	0.00	24.27	0.40%	8483.99	Ativ36_9	3.38	141.98	188.14	145.35	191.52	0.08	46.16	0.00%	419.41
Ativ46_9	3.39	156.96	182.21	160.35	185.60	0.13	25.26	0.20%	797.68	Ativ25_9	2.24	124.10	193.04	126.35	195.28	0.00	68.94	0.00%	415.28
Ativ35_9	1.13	139.12	168.16	140.25	169.29	0.96	29.04	0.00%	35.80	Ativ1_9	1.13	8.98	19.23	10.11	20.36	-0.00	10.25	0.00%	201.92
Ativ13_9	1.12	37.66	51.63	38.78	52.75	1.33	13.97	0.00%	177.24	Ativ48_8	3.36	161.12	186.23	164.49	189.59	0.01	25.10	0.10%	793.56
Ativ47_8	3.34	157.20	182.30	160.54	185.64	0.19	25.10	0.10%	646.03	Ativ37_8	3.35	142.73	188.54	146.08	191.88	0.21	45.81	0.00%	388.28
Ativ36_8	3.37	138.48	184.53	141.85	187.91	0.08	46.06	0.00%	419.03	Ativ26_8	3.34	132.06	191.96	135.40	195.30	-0.00	59.90	0.00%	204.39
Ativ25_8	2.23	121.87	189.71	124.10	191.95	0.00	67.84	0.00%	414.50	Ativ49_7	2.24	160.68	189.64	162.92	191.88	-0.00	28.95	0.00%	321.14
Ativ1_8	1.13	7.85	16.80	8.98	17.93	-0.00	8.95	0.00%	201.64	Ativ38_7	3.36	135.00	161.14	138.36	164.49	0.00	26.14	0.10%	971.60
Ativ48_7	3.40	157.27	182.83	160.67	186.23	0.01	25.56	0.10%	798.25	Ativ27_7	1.12	109.90	152.89	111.03	154.01	0.00	42.98	0.00%	194.00

Ativ3_7	1.13	8.30	15.51	9.43	16.64	0.03	7.21	0.00%	43.56	Ativ9_2	1.13	12.74	15.43	13.87	16.57	0.15	2.70	2.80%	25.78
Ativ39_6	1.12	134.85	160.97	135.97	162.10	0.69	26.13	0.10%	2935.98	Ativ50_1	1.13	137.93	187.59	139.06	188.72	0.00	49.66	0.00%	380.38
Ativ28_6	3.36	121.10	149.93	124.47	153.30	0.00	28.83	0.10%	581.80	Ativ48_20	3.40	192.98	193.00	196.38	196.40	0.01	0.02	96.10%	798.99
Ativ4_6	1.12	8.51	14.23	9.63	15.35	0.08	5.72	0.00%	50.22	Ativ37_20	3.36	174.24	195.29	177.60	198.65	21.03	21.05	0.00%	389.39
Ativ29_5	2.26	121.12	149.91	123.38	152.17	-0.00	28.79	0.00%	390.07	Ativ26_20	3.36	163.04	198.66	166.41	202.02	35.61	35.61	0.00%	205.09
Ativ5_5	2.24	12.33	12.96	14.56	15.19	-0.00	0.63	40.00%	76.69	Ativ52_19	1.12	195.95	198.52	197.07	199.64	0.00	2.58	0.10%	101.36
Ativ6_4	2.27	7.86	10.54	10.12	12.81	0.00	2.68	3.40%	25.76	Ativ41_19	3.35	175.91	177.57	179.26	180.92	-0.00	1.66	17.10%	1391.36
Ativ7_3	2.25	10.48	11.13	12.73	13.38	0.07	0.66	34.10%	25.66	Ativ30_19	1.12	161.21	168.25	162.33	169.38	1.78	7.04	0.20%	194.29
Ativ8_2	2.25	10.48	11.98	12.74	14.23	0.00	1.49	13.30%	529.87	Ativ3_19	1.13	22.19	45.67	23.32	46.80	0.02	23.48	0.00%	43.30
Ativ9_1	1.12	10.08	13.13	11.20	14.25	-0.00	3.06	2.00%	25.57	Ativ40_18	3.38	168.14	169.93	171.52	173.31	0.11	1.79	15.60%	1630.55
Ativ49_20	2.25	196.39	196.40	198.64	198.65	0.00	0.01	99.50%	321.68	Ativ50_17	1.12	187.23	194.83	188.35	195.95	-0.00	7.61	0.00%	379.63
Ativ38_20	3.37	169.70	173.87	173.07	177.25	-0.00	4.18	2.20%	975.19	Ativ1_17	1.13	17.96	39.22	19.09	40.35	-0.00	21.26	0.00%	202.01
Ativ27_20	1.13	137.51	165.94	138.63	167.07	20.30	28.44	0.00%	194.48	Ativ29_12	2.24	135.30	138.59	137.54	140.82	-0.00	3.28	1.60%	387.40
Ativ53_19	1.13	197.07	199.76	198.20	200.89	2.67	2.69	0.00%	636.51	Ativ39_11	1.12	140.90	142.29	142.02	143.41	0.00	1.39	22.10%	2935.44
Ativ42_19	1.12	179.26	194.96	180.38	196.08	0.12	15.70	0.00%	1064.89	Ativ28_11	3.39	128.51	130.68	131.90	134.07	-0.00	2.17	8.40%	585.14
Ativ31_19	1.13	136.40	159.01	137.53	160.14	0.00	22.61	0.00%	35.90	Ativ49_10	2.26	172.11	196.38	174.37	198.64	-0.00	24.27	0.40%	323.14
Ativ4_19	1.13	23.90	46.80	25.03	47.93	0.04	22.90	0.00%	50.40	Ativ38_10	3.38	145.52	173.81	148.90	177.19	0.00	28.30	0.00%	976.83
Ativ52_18	1.12	192.16	197.32	193.28	198.44	0.00	5.16	0.00%	101.39	Ativ27_10	1.13	113.29	165.90	114.42	167.03	20.13	52.61	0.00%	195.14
Ativ41_18	3.32	172.30	173.63	175.62	176.94	-0.00	1.32	22.60%	1386.80	Ativ16_1_10	11.24	58.19	82.47	69.43	93.71	-0.00	24.27	0.40%	593.04
Ativ30_18	1.12	157.83	164.05	158.95	165.17	1.75	6.22	0.50%	194.29	Ativ49_9	2.25	168.31	194.12	170.56	196.37	0.00	25.81	0.00%	322.22
Ativ3_18	1.11	21.05	43.00	22.16	44.11	0.02	21.94	0.00%	42.73	Ativ38_9	3.39	142.02	169.29	145.42	172.68	0.00	27.26	0.10%	979.36
Ativ40_17	3.38	164.52	165.99	167.90	169.36	0.12	1.47	20.40%	1628.99	Ativ27_9	1.13	112.16	161.17	113.29	162.30	0.00	49.01	0.00%	194.92
Ativ50_16	1.12	183.33	193.61	184.45	194.73	0.00	10.28	0.00%	379.79	Ativ3_9	1.12	10.64	20.37	11.77	21.49	0.02	9.73	0.00%	43.18
Ativ1_16	1.13	16.83	36.66	17.96	37.79	-0.00	19.82	0.00%	201.79	Ativ39_8	1.12	141.90	168.78	143.02	169.90	0.82	26.88	0.00%	2936.09
Ativ29_11	2.25	131.90	134.83	134.15	137.07	-0.00	2.93	0.90%	388.68	Ativ28_8	3.32	127.82	158.10	131.14	161.42	0.00	30.28	0.00%	577.33
Ativ39_10	1.13	148.90	177.19	150.03	178.32	1.08	28.30	0.00%	2936.39	Ativ4_8	1.13	10.92	19.07	12.05	20.20	0.07	8.15	0.00%	50.52
Ativ28_10	3.42	134.55	167.03	137.97	170.45	0.02	32.48	0.00%	588.72	Ativ29_7	2.23	127.84	157.75	130.07	159.99	-0.00	29.92	0.00%	386.72
Ativ17_1_10	5.62	41.22	88.09	46.84	93.71	22.59	46.86	0.00%	307.11	Ativ5_7	2.26	16.82	17.77	19.07	20.03	0.00	0.96	29.10%	76.96
Ativ48_9	3.40	164.91	189.59	168.30	192.99	0.01	24.69	0.20%	798.24	Ativ6_6	2.23	12.35	15.37	14.58	17.60	0.00	3.01	3.00%	25.49
Ativ37_9	3.37	146.29	191.88	149.65	195.25	0.23	45.60	0.00%	389.59	Ativ7_5	2.26	15.23	15.90	17.49	18.16	0.06	0.67	32.80%	25.68
Ativ26_9	3.37	135.40	195.30	138.77	198.67	-0.00	59.90	0.00%	205.22	Ativ8_4	2.25	15.48	16.65	17.73	18.90	0.00	1.17	20.30%	529.56
Ativ49_8	2.24	164.50	191.88	166.74	194.12	-0.00	27.38	0.00%	321.54	Ativ9_3	1.13	15.26	17.75	16.39	18.87	0.25	2.49	4.30%	25.66
Ativ38_8	3.40	138.50	165.12	141.90	168.51	-0.00	26.61	0.10%	979.58	Ativ50_2	1.12	142.70	188.79	143.82	189.91	0.00	46.10	0.00%	379.70
Ativ27_8	1.13	111.03	156.96	112.16	158.10	-0.00	45.94	0.00%	195.51	Ativ40_1	3.37	117.75	143.51	121.11	146.88	-0.00	25.76	0.00%	1627.30
Ativ3_8	1.13	9.47	17.94	10.60	19.07	0.03	8.47	0.00%	43.43	Ativ47_20	3.37	189.00	189.63	192.37	193.00	0.60	0.63	42.90%	649.35
Ativ39_7	1.13	138.36	164.86	139.49	166.00	0.79	26.51	0.00%	2936.88	Ativ36_20	3.41	169.74	191.88	173.14	195.29	1.10	22.14	0.00%	422.55
Ativ28_7	3.35	124.47	154.01	127.82	157.36	-0.00	29.54	0.00%	580.27	Ativ25_20	2.25	150.61	196.41	152.85	198.66	10.19	45.80	0.00%	415.53
Ativ4_7	1.13	9.71	16.64	10.84	17.77	0.08	6.93	0.00%	50.72	Ativ9_20	1.13	55.81	57.59	56.94	58.72	0.99	1.79	9.50%	25.73
Ativ29_6	2.25	124.49	153.75	126.73	155.99	0.00	29.26	0.10%	388.61	Ativ40_19	3.37	171.72	174.01	175.09	177.39	0.12	2.30	10.00%	1628.15
Ativ5_6	2.25	14.56	15.35	16.82	17.60	-0.00	0.79	34.80%	76.87	Ativ50_18	1.13	191.03	196.06	192.16	197.19	0.00	5.03	0.00%	380.08
Ativ6_5	2.23	10.12	12.98	12.35	15.21	-0.00	2.85	3.30%	25.49	Ativ1_18	1.12	19.09	41.88	20.21	42.99	0.00	22.78	0.00%	200.41
Ativ7_4	2.26	12.87	13.52	15.13	15.77	0.06	0.65	33.30%	25.68	Ativ29_13	2.25	138.70	142.35	140.95	144.60	0.00	3.65	1.30%	388.32
Ativ8_3	2.25	13.01	14.32	15.26	16.56	0.00	1.30	18.60%	529.25	Ativ39_12	1.12	144.67	145.97	145.79	147.09	0.26	1.30	17.60%	2935.64

Ativ28_12	3.39	131.90	134.46	135.29	137.85	-0.00	2.56	7.50%	585.34
Ativ49_11	2.25	160.00	176.13	162.25	178.38	-0.00	16.13	0.00%	322.26
Ativ38_11	3.39	137.51	138.23	140.90	141.62	-0.00	0.71	42.40%	978.48
Ativ27_11	1.12	127.39	129.55	128.51	130.68	-0.00	2.17	8.40%	194.27
Ativ48_10	3.38	168.72	193.00	172.10	196.38	0.01	24.28	0.40%	795.40
Ativ37_10	3.39	149.88	195.25	153.27	198.64	21.10	45.37	0.00%	391.10
Ativ26_10	3.35	138.77	198.67	142.12	202.02	59.90	59.90	0.00%	204.85
Ativ15_1_10	11.28	41.22	71.18	52.51	82.47	5.69	29.96	0.00%	594.79
Ativ39_9	1.12	145.42	172.85	146.53	173.96	0.85	27.43	0.10%	2935.30
Ativ28_9	3.41	131.14	162.30	134.55	165.71	0.00	31.16	0.00%	587.27
Ativ4_9	1.12	12.12	21.50	13.24	22.62	0.06	9.38	0.00%	50.20
Ativ29_8	2.24	131.16	161.75	133.40	163.99	-0.00	30.58	0.00%	387.56
Ativ5_8	2.25	19.07	20.20	21.33	22.45	-0.00	1.13	25.50%	76.85
Ativ6_7	2.25	14.58	17.77	16.84	20.02	0.00	3.18	2.80%	25.66
Ativ7_6	2.25	17.59	18.29	19.84	20.53	0.06	0.69	32.70%	25.61
Ativ8_5	2.24	17.92	19.00	20.17	21.25	0.00	1.08	23.20%	529.16
Ativ9_4	1.12	17.73	20.04	18.85	21.16	0.31	2.31	3.10%	25.58
Ativ50_3	1.12	147.04	189.99	148.16	191.11	-0.00	42.95	0.00%	379.86
Ativ40_2	3.38	121.79	147.18	125.17	150.56	0.08	25.39	0.00%	1630.06
Ativ52_1	1.13	139.06	189.07	140.19	190.20	-0.00	50.01	0.00%	101.59
Ativ41_1	3.36	121.11	147.67	124.48	151.03	-0.00	26.55	0.00%	1393.57
Ativ30_1	1.13	109.87	137.12	111.00	138.25	1.72	27.25	0.00%	194.81
Ativ46_20	3.39	184.91	186.24	188.30	189.63	0.70	1.33	22.30%	797.76
Ativ35_20	1.13	166.74	172.74	167.87	173.87	1.26	6.01	0.20%	35.86
Ativ13_20	1.13	64.35	64.36	65.48	65.49	0.00	0.01	99.60%	177.32
Ativ8_20	2.25	53.56	55.34	55.81	57.59	0.00	1.79	9.50%	529.48
Ativ50_19	1.12	194.83	197.33	195.94	198.44	0.00	2.50	0.10%	379.45
Ativ1_19	1.13	20.21	44.54	21.34	45.67	0.00	24.33	0.00%	202.24
Ativ29_14	2.27	142.09	146.09	144.35	148.36	-0.00	4.00	1.60%	390.68
Ativ39_13	1.12	148.29	149.72	149.42	150.84	0.44	1.42	13.10%	2936.09
Ativ28_13	3.39	135.29	138.31	138.68	141.70	-0.00	3.02	6.00%	585.14
Ativ49_12	2.26	164.73	178.38	166.99	180.64	-0.00	13.65	0.00%	323.10
Ativ38_12	3.37	141.30	141.97	144.67	145.34	0.00	0.67	38.30%	973.79
Ativ27_12	1.13	128.51	133.33	129.64	134.46	0.00	4.83	0.00%	194.61
Ativ48_11	3.39	156.60	162.54	160.00	165.94	0.00	5.94	0.80%	797.86
Ativ37_11	3.36	140.87	164.84	144.23	168.20	0.68	23.97	0.00%	389.19
Ativ26_11	3.36	132.63	168.26	135.99	171.62	0.01	35.63	0.00%	205.06
Ativ47_10	3.39	164.70	189.61	168.09	193.00	0.63	24.91	0.20%	652.28
Ativ36_10	3.38	145.47	191.87	148.85	195.25	1.03	46.40	0.00%	419.84
Ativ25_10	2.23	126.35	196.44	128.58	198.67	10.19	70.09	0.00%	414.18
Ativ14_1_10	16.88	41.22	65.59	58.10	82.47	0.09	24.36	0.40%	13574.04
Ativ9_10	1.13	32.18	33.92	33.31	35.05	0.53	1.74	4.00%	25.71
Ativ29_9	2.24	134.57	165.91	136.81	168.15	0.00	31.34	0.00%	387.65

Ativ5_9	2.25	21.33	22.62	23.58	24.87	0.00	1.29	20.80%	76.85
Ativ6_8	2.25	16.84	20.21	19.08	22.46	0.00	3.37	2.70%	25.61
Ativ7_7	2.26	19.94	20.66	22.20	22.92	0.07	0.72	33.00%	25.70
Ativ8_6	2.23	20.36	21.34	22.58	23.57	0.00	0.99	23.10%	527.87
Ativ9_5	1.12	20.17	22.36	21.29	23.48	0.37	2.19	3.50%	25.58
Ativ50_4	1.11	151.09	191.18	152.20	192.30	0.00	40.09	0.00%	379.38
Ativ40_3	3.36	125.64	150.92	129.01	154.28	0.12	25.28	0.20%	1626.31
Ativ52_2	1.13	143.82	190.24	144.94	191.36	0.00	46.42	0.00%	101.57
Ativ41_2	3.37	125.35	151.29	128.72	154.66	0.00	25.93	0.00%	1394.64
Ativ30_2	1.12	113.23	140.83	114.35	141.94	1.78	27.60	0.00%	193.44
Ativ53_1	1.13	140.19	190.75	141.32	191.87	3.63	50.56	0.00%	632.25
Ativ42_1	1.12	124.48	184.78	125.60	185.91	0.12	60.31	0.00%	1064.75
Ativ31_1	1.12	103.13	127.45	104.24	128.57	0.00	24.32	0.30%	35.65

Execution Time = 5694.508 seconds
Proc(Kernel) Time = 1.3920016 seconds
Proc(User) Time = 88.428286 seconds