UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

RENATA TAÍS TEIXEIRA

ANÁLISE DE RISCO NA METODOLOGIA PERT/CPM APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

DOURADOS

2016

RENATA TAÍS TEIXEIRA

ANÁLISE DE RISCO NA METODOLOGIA PERT/CPM APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia.
Universidade Federal da Grande Dourados.
Orientador: Prof. Dr. Walter R. H. Vergara.

DOURADOS

2016

RENATA TAÍS TEIXEIRA

ANÁLISE DE RISCO NA METODOLOGIA PERT/CPM APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do titulo de
Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

_____
Orientador: Prof. Dr. Walter R. H. Vergara
FAEN - UFGD

_____
Prof. Dr. Fábio Alves Barbosa
FAEN - UFGD

_____
Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti
FAEN - UFGD

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me dar a oportunidade de concluir esta fase tão importante.

Aos meus pais por acreditarem em meu sonho, pelos valores e princípios que me tornaram quem sou hoje, e principalmente a minha mãe por todo o seu esforço para que eu tivesse uma formação de qualidade.

Ao meu namorado, Igor Raguel, pela paciência, compreensão, companheirismo e por acreditar em mim quando nem eu mesma acreditei.

Ao meu orientador Dr. Walter Vergara, pela atenção, disponibilidade, e pelos incentivos que recebi ao longo de minha vida acadêmica, me fazendo enxergar que eu podia ir além. Meus sinceros agradecimentos.

Agradeço aos meus amigos Rafaela Barbosa, Thiago Gomes e Karine Kobilarz pela amizade nesses anos de graduação, troca de conhecimentos, pelas risadas, descontrações, por tornarem o fardo mais leve e pela parceria em busca do nosso sonho em comum.

Aos professores Fábio Barbosa, Carlos Camparotti, Rodolfo Benedito, Eliete Medeiros, Fabiana Raupp, Mariana Menegazzo, Rogério Santos, Marcio Rogério e Wagner da Silveira por contribuírem para que eu pudesse ter uma formação acadêmica de qualidade.

RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de analisar as restrições existentes no setor da construção civil, tais como orçamento financeiro e tempo. Mediante esta análise, o caminho crítico será determinado, possibilitando acelerar as atividades do projeto sem exceder demasiadamente o investimento inicial. PERT/CPM é uma metodologia utilizada em gestão de projetos, permite planejamento, programação e coordenação de atividades, indispensável para o controle de tempo e custo. A Simulação de Monte Carlo, corresponde a uma ferramenta de auxílio no processo de tomada de decisão sob condições de risco e incerteza. As ferramentas PERT/CPM e Simulação de Monte Carlo foram combinadas permitindo que o tempo mínimo de conclusão do projeto seja uma variável aleatória, com distribuição conhecida, admitindo análises probabilísticas para quantificação dos riscos inerentes para a conclusão do projeto. Aplicado a partir de fundamentações teóricas e dados reais fornecidos por uma construtora.

PALAVRA-CHAVE: gestão de projetos, PERT/CPM, monte carlo, incerteza, tomada de decisão.

ABSTRACT

PERT / CPM is a methodology used in project management, allows planning, scheduling and coordination of activities essential for the control of time and cost. The Monte Carlo simulation, corresponding to an aid tool in decision-making under conditions of risk and uncertainty. This study aims to analyze the restrictions in the construction sector, such as financial budget and time. Through this analysis, the critical path has been determined, making it possible to speed up the project activities without too exceed the initial investment. The tools PERT / CPM and Monte Carlo simulation were combined allowing minimal project completion time is a random variable with a known distribution, assuming probabilistic analysis to quantify the risks to the project's completion. Applied from theoretical predictions and actual data provided by a construction company.

KEYWORD: project management, PERT / CPM, monte carlo, uncertainty, decision making.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO OBRA RESIDENCIAL DE DOIS PAVIMENTOS 54
ANEXO II – SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO..... 55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. . Etapas para elaborar um projeto de investimento 18
Figura 2. Fatores influenciadores na determinação da localização de um projeto de investimento. 19
Figura 3. Exemplo de redes de atividades 29
Figura 4. . Modelo de distribuição de probabilidade da duração de uma atividade para as três estimativas do PERT. 31
Figura 5. . Passos para operacionalização do método de Simulação de Monte Carlo..... 34
Figura 6. Diagrama de Rede para o Projeto..... 39
Figura 7. Caminhos Críticos. 41
Figura 8. Gráfico da Relação Tempo-Custo 44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de atividades do projeto. 38
Quadro 2: Caminhos e seus comprimentos. 40
Quadro 3: Tempos de Início e Término das Atividades. 42
Quadro 4: Valores esperados e variância das atividades. 43
Quadro 5: *Trade-off* da Relação Tempo x Custo 45
Quadro 6: Resultado da Simulação do Projeto 47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA 13
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA 14
1.3 OBJETIVOS 15
1.3.1 Objetivo Geral 15
1.3.2 Objetivos Específicos 15
1.4 JUSTIFICATIVA 15
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO 16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
2.1 PROJETO DE INVESTIMENTO 17
2.1.1 Etapas para o desenvolvimento de Projetos de Investimento 17
2.1.1.1 Estudo de Mercado 18
2.1.1.2 Localização e Tamanho 19
2.1.1.3 Engenharia do Projeto 19
2.1.1.4 Custos e Receitas 20
2.1.1.5 Análise de Investimentos 20
2.1.2 Investimentos 21
2.1.3 Custo 21
2.1.4 Despesa 22
2.2 PROJETOS NA CONSTRUÇÃO E PLANEJAMENTO DE GESTÃO 23
2.3 PLANEJAMENTO 23
2.3.1 Planejamento na construção civil 24
2.3.1.1 Memorial Descritivo 25
2.3.1.2 Orçamento 26
2.3.1.3 Cronograma 26
2.4 FERRAMENTAS PARA GESTÃO 27
2.4.1 PERT/CPM 27
2.4.1.1 PERT/CPM Determinístico 29
2.4.1.2 PERT/CPM Probabilístico 30
2.5 SIMULAÇÃO 32
2.5.1 Sistemas 32

2.5.2 Modelos de simulação 33
2.5.3 Simulação de Monte Carlo 33
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO 35
3.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA 35
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 35
3.3 PROCEDIMENTOS 35
3.3.1 Caracterização da metodologia utilizada 35
3.3.2 Desenvolvimento da Pesquisa 36
3.3.3 Método de Análise de Dados 36
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 37
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA 37
4.2 ANÁLISE DO RESULTADO 37
4.2.1 Análise do cronograma físico-financeiro 37
4.2.2 PERT/CPM Relação Tempo-Custo 43
4.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO 45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 50

1. INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

Projeto é um sistema complexo e composto de atividades, que se inter-relacionam, interagem e são interdependentes (SILVA, 2011). Gerenciar um projeto em sua plenitude garante o cumprimento de todas as atividades desde execução até a finalização, dentro de prazos e metas estabelecidos previamente mediante um cronograma. Desta forma, as etapas de planejamento assim como execução, são fundamentais para assegurar o sucesso do projeto.

Existe uma deficiência no setor da construção civil acerca do entendimento sobre a importância de uma boa gestão de projetos. Grande parte das empresas baseiam suas obras nos conhecimentos dos seus próprios engenheiros, não utilizando índices e normas para melhor planejamento e controle (JÚNIOR, 2009). Aliar o conhecimento de um engenheiro juntamente com ferramentas que permitam gerenciar o projeto, torna possível obter melhores resultados, assim como realizar mensurações mais confiáveis devido às variações do processo.

Para auxiliar os gestores, atualmente existem inúmeras ferramentas, dentre elas pode-se destacar o PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique* ou Avaliação de Programas e Revisão Técnica/ *Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico), o qual permite analisar os aspectos de tempo, custos e recursos e se baseia na representação do projeto por meio de uma rede, podendo ainda se ligar à modelagem em árvore (PRADO, 1988). Possibilita o planejamento, programação, a coordenação das atividades envolvidas, bem como a sequência de realização, caminhos críticos e duração de cada fase.

Quando há a probabilidade de um evento real se desviar de sua previsão, existem riscos e incertezas (RAFTERY, 1994). Para Moreira (2008), “estado de natureza” são situações futuras que influem sobre a alternativa, fazendo com que sejam apresentados vários resultados. Um projeto de construção civil envolve riscos e incertezas, assim, a ferramenta de simulação permitirá avaliar os riscos aos quais o plano estará sujeito, contribuindo à tomada de decisão mais segura, de forma que os lucros sejam otimizados, como também garantir que a obra seja terminada dentro do prazo estabelecido.

As ferramentas PERT/CPM e simulação serão combinadas, possibilitando otimizar tempo e custos envolvidos num projeto de construção civil, através do gerenciamento de cronogramas juntamente com o de recursos. As variabilidades presentes poderão ser identificadas diminuindo as incertezas em torno das etapas que compõem a obra.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Nos últimos 20 anos a construção civil teve um avanço de 74,25% de acordo com estudo realizado pelo Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais (SindusCon-MG, 2014). O aumento populacional, o sonho e a oportunidade de possuir a tão almejada casa própria tem estimulado o setor nos últimos anos. Novos empreendimentos começam a surgir, aumentando o grau de competitividade no segmento.

A falta de uma metodologia de gestão das operações, muitas vezes geram atrasos nas entregas, pois sem elas não é possível desenvolver análises de cenários; as operações que demandam mais tempo para execução e a interdependência de cada uma delas para a conclusão do projeto não podem ser identificadas. Odair Senra, ex vice-presidente do SindusCon-SP, alega que o atraso na obra acaba custando muito caro, denigre a imagem da empresa e esta não consegue vender o empreendimento seguinte (LUIZ, 2011).

Um cronograma muito extenso, os adiamentos tanto de atividades quanto na entrega final acabam gerando obras com custos mais elevados, estes que muitas vezes nem eram esperados pelos responsáveis da obra. Segundo Reis (2010), quando ocorre um atraso, os custos fixos extrapolam o previsto, consequentemente a construtora acaba pagando juros ao banco por mais tempo, enquanto o recebimento dos juros dos mutuários é cobrado somente após a entrega das chaves.

A técnica PERT/CPM possibilitará planejar e gerenciar o projeto como um todo: as atividades serão definidas e o diagrama de redes criado, deste modo a eficiência poderá ser aumentada. O método de Monte Carlo será aplicado para determinar a variabilidade do projeto ou as incertezas que se apresentam no seu desenvolvimento. Assim, estados pessimista, normal e otimista do projeto devem ser analisados, para que sejam fornecidas informações mais confiáveis sobre o tempo de duração do projeto através da distribuição de probabilidades do tempo mínimo de conclusão deste, levando em conta os riscos inerentes, logo as chances de atrasos nas entregas serão reduzidas, propiciando a otimização de tempo e preservando seu custo esperado.

Diante do problema exposto, o seguinte questionamento pode ser feito: é possível desenvolver um projeto na construção civil que otimize tempo, custos e analise os riscos através do uso de ferramentas de simulação e gestão?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Utilizar a ferramenta PERT/CPM a fim de otimizar a relação tempo-custo numa obra de construção civil, bem como realizar simulação para análise dos riscos inerentes ao projeto.

1.3.2 Objetivos Específicos

Com o propósito de atender aos objetivos gerais, é necessário o delineamento dos seguintes objetivos específicos:

- Revisar a literatura acerca do método PERT/CPM;
- Revisar a literatura sobre o modelo de simulação de Monte Carlo e Análise de Riscos;
- Formular e otimizar um estudo de caso real. Um cronograma com as respectivas atividades e elementos que compõem o sistema, bem como o desenvolvimento do projeto devem ser analisados;
- Utilizar o método PERT/CPM na otimização dos eventos do projeto;
- Empregar a técnica de simulação através do método de Monte Carlo, objetivando analisar as incertezas do projeto;
- Discutir os resultados apresentados pelos métodos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Planejamento, de acordo com Monteiro e Santos (2010), é definido como um método de decisão adotada, realizado para antecipar uma ação futura almejada, usando meios eficazes para materializá-la. Seu grande objetivo está em reduzir tanto custos como tempos de execução e as incertezas relacionadas ao escopo.

Na etapa de planejamento devem ser realizadas previsões sobre possíveis situações desfavoráveis e de não conformidades que possam abalar o bom andamento do projeto, deste modo, a partir do que for identificado, possibilitará que medidas preventivas e corretivas possam ser adotadas para minimizar tanto os impactos nos custos quanto os impactos nos prazos.

Essa pesquisa tem por finalidade aplicar a ferramenta de gestão de projetos PERT/CPM em uma construtora, auxiliando na otimização do cronograma e custos. A Simulação permitirá

analisar os riscos aos quais a obra está exposta, identificando os caminhos principais para o bom andamento do projeto. Após o plano proposto ser analisado, almeja-se que ele possa ser utilizado como um modelo para as construtoras, de acordo com os passos utilizados em seu desenvolvimento, dado que se as etapas forem executadas de acordo com o modelo, este poderá ser modificado a cada alteração importante que possa ocorrer durante a execução da obra. Logo, uma nova simulação a partir de um novo cenário permitirá auxiliar na tomada de decisão.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho será desenvolvido em três capítulos, descritos a seguir:

Capítulo 1: Trata-se da abordagem da introdução do conteúdo, cujo objetivo é informar o leitor acerca do assunto proposto. Do mesmo modo, é abordada a problemática da pesquisa, bem como os objetivos, a justificativa e a estrutura.

Capítulo 2: O segundo capítulo é referente à revisão bibliográfica abordará sobre os conceitos de projeto, Pesquisa Operacional, o método de gestão PERT/CPM, a Simulação de Monte Carlo e análise de riscos.

Capítulo 3: O terceiro capítulo trata da metodologia utilizada para a pesquisa, da abordagem do método de análise e aplicação dos dados. Por outro lado, aborda a utilização de um *software* para simular os riscos do projeto, como também a manipulação dos mesmos.

Capítulo 4: O quarto capítulo relata um pouco da história da empresa, bem como geração dos resultados obtidos através da metodologia PERT/CPM a partir do cronograma físico-financeiro, bem como a Simulação de Monte Carlo.

Capítulo 5: Expõe a análise dos resultados provenientes da aplicação das metodologias PERT/CPM e Monte Carlo, as conclusões acerca das metodologias, bem como trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A base teórica do presente trabalho consiste em temas como projeto de investimento, projetos na construção civil, bem como planejamento de gestão, definições de planejamento, ferramentas para gestão de projetos, com ênfase na ferramenta PERT/CPM. E, finalmente simulação, recebendo destaque o método de Simulação de Monte Carlo, sendo estes os temas que comporão o referencial a seguir.

2.1 PROJETO DE INVESTIMENTO

Projeto de investimento é definido como a intenção ou proposta de aplicação de recursos produtivos escassos (ativos fixos, tangíveis e intangíveis e acréscimo de fundo de maneio), com a finalidade de melhorar ou aumentar a produção de determinado bem ou serviço em quantidade ou qualidade, bem como diminuir seus gastos de produção (MARQUES, 2014).

Ainda segundo Marques (2014), trata-se de ações de caráter elementar ordenadas em caráter de transição, os quais consomem recursos consideráveis, cujo desenvolvimento deve originar uma mudança à uma situação qualitativa ou quantitativa superior.

Pode-se observar que projeto de investimento possibilita a estimativa de custos e benefícios para um dado investimento, assim como as vantagens e desvantagens acerca da utilização dos recursos para os bens/serviços em que se deseja investir. Representa tanto a justificativa de um programa de produção, quanto um mecanismo técnico-administrativo para minimização de riscos pertinentes à escolha de investir.

2.1.1 Etapas para o desenvolvimento de Projetos de Investimento

A análise de decisões sobre novos investimentos envolve um conjunto complexo de questões e alternativas a serem contempladas (ABREU e STEPHAN, 1982; BUARQUE, 1984; EHRLLICH, 1979). Para Meirelles (2003), o processo para elaboração, análise e avaliação envolve um elenco complexo de fatores socioculturais, econômicos e políticos, que influenciam à tomada de decisões na escolha dos objetivos, assim como nos métodos. Abaixo, na Figura 1 é ilustrada as etapas para o desenvolvimento de projetos de investimento.

Figura 1. . Etapas para elaborar um projeto de investimento
Fonte: Adaptado de ALMEIDA, *et al*, 2006.

2.1.1.1 Estudo de Mercado

Compreende uma das etapas principais, pois os pilares do conhecimento são definidas nesta fase. Mercado, numa abordagem simplificada está relacionado ao ambiente onde os fornecedores e consumidores atuam, como também onde obtém-se as informações/dados para elaboração e análise do projeto. A base teórica para desenvolvimento do estudo de mercado é feita a partir de uma análise microeconômica (Rebelatto, 2004).

Pindyck e Rubinfeld (2006), conceituam microeconomia como sendo:

> Microeconomia é o ramo da ciência econômica voltado ao estudo do comportamento das unidades de consumo (indivíduos e famílias); ao estudo das empresas e ao estudo da produção de preços dos diversos bens, serviços e fatores produtivos.

Esse ramo analisa oferta e demanda, assim como a formação de preços dos produtos que determinam o ponto de equilíbrio do mercado, sendo estas as decisões mais importantes num projeto de investimento. A visão microeconômica também contribui para que as empresas possam estabelecer políticas estratégicas e tomar decisões gerenciais.

2.1.1.2 Localização e Tamanho

A localização de um negócio é a posição geográfica do novo empreendimento. Para a escolha do local e tamanho mais adequado, é necessário muito cuidado na escolha, visto que esses fatores podem estar relacionados com a probabilidade de seu sucesso ou fracasso.

Para que seja determinada a melhor localização, algumas variáveis devem ser consideradas como: proximidade do mercado consumidor, proximidade com o fornecedor de matérias-primas e proximidade da mão de obra (Almeida *et. al*, 2006). Do ponto de vista econômico, a combinação dessas variáveis na determinação do local, resulta em um resultado ótimo, conforme ilustra a Figura 2.

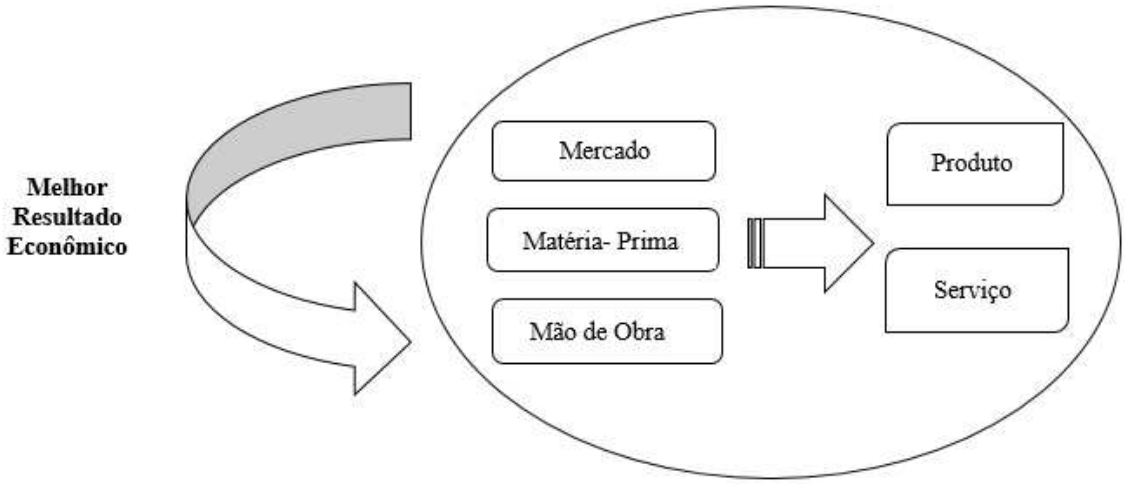

Figura 2. Fatores influenciadores na determinação da localização de um projeto de investimento.
Fonte: REBELATTO, 2004.

Nesta fase deve-se encontrar a localização mais econômica, para que as organizações transformem insumos/serviços e coloquem à disposição de seus clientes com um menor custo operacional.

2.1.1.3 Engenharia do Projeto

Para Rebelatto (2004), a Engenharia do Projeto corresponde a descrição e quantificação do processo físico de produção, ou seja, são estudados todos os aspectos físicos ligados ao projeto.

Para que isso seja possível, o projeto deve comportar listas especificando os equipamentos (levando em consideração capacidades, consumo de energia e vida útil), mão de

obra necessária e fornecedores, fluxo do processo, arranjo físico, bem como definição do processo. Devem ser feitos estudos de tempos e movimentos para esses aspectos, a fim de que as simulações realizadas possam ser fidedignas.

2.1.1.4 Custos e Receitas

Para Rebelatto (2004), em um projeto econômico devem-se determinar as estimativas razoáveis relacionadas aos custos necessários para que o negócio seja implementado e mantido durante o seu planejamento. O levantamento dos custos é fundamental para uma análise de viabilidade confiável.

Contrário aos custos estão as receitas. Elas devem ser determinadas de maneira adequada em um projeto econômico, para que sejam utilizadas durante a etapa de viabilidade. Deste modo, para que os dados sejam determinados de forma adequada, é necessário conhecer a natureza e o comportamento dos custos e receitas do projeto (REBELATTO, 2004).

2.1.1.5 Análise de Investimentos

Análise de investimentos visa estudar o comportamento do empreendimento dentro do mercado em que está inserido, o que o tornará menos ou mais atrativo. Essas informações são obtidas através de métodos determinísticos, os quais selecionam os projetos para verificar se existe viabilidade econômica.

Casarotto e Kopittke (2008), com base na engenharia econômica sugerem como métodos de análise os seguintes indicadores: o método da taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL), método do valor anual uniforme equivalente (VAUE) e o *payback*.

Para Souza (2003), a taxa interna de retorno representa a taxa que devolve o valor presente das entradas de caixa, associadas ao projeto, igual ao investimento inicial. A taxa interna de retorno é a taxa de desconto que anula o valor atual líquido do projeto de investimento. Deve ser comparada com a taxa mínima de atratividade (TMA). Deste modo, o critério de aceitação de um projeto é subdivido em dois resultados: (a) TIR $\geq$ TMA, significa aceitar o projeto; (b) TIR $\leq$ TMA, rejeita-se o projeto. Esse resultado é uma medida para taxa de rentabilidade de um projeto.

O método do valor presente líquido (VPL), corresponde ao valor atual das entradas de caixa (retorno de capital esperados), incluindo o valor residual, subtraído o valor atual das saídas de caixa (investimentos realizados) (REBELATTO, 2004). O critério para aceitação de

um projeto é: (a) VPL > 0, aceita-se o projeto; (b) VPL < 0, rejeita-se o projeto; (c) VPL = 0, é indiferente aceitar ou não. É considerado uma das formas mais sofisticadas utilizadas para que um investimento de capital seja analisado.

O método do valor anual uniforme equivalente (VAUE), segundo Rebelatto (2004) tem por característica transformar os fluxos de caixa do projeto em análise numa série de pagamentos uniformes, evidenciando o valor do benefício líquido, por período de tempo, oferecido pela análise de investimento. O projeto só será aceito se apresentar um benefício anula positivo; quando são vários projetos, o escolhido será o que apresentar maior benefício positivo.

O método do período de retorno do capital ou *payback* seleciona os projetos de investimento salientando o período em que o capital investido será recuperado, ou seja, é calculado o prazo necessário para que o valor do reembolso seja igualado ao desembolso com o investimento efetuado. O critério de aceitação deste método é o tempo de retorno do capital. Quanto menor for o período para recuperação do investimento, mais atrativo é o projeto de investimento.

2.1.2 Investimentos

Investimento, para Marques (2014) é a acumulação de possibilidades de produção, tanto diretamente por meio de projetos produtivos, ou indiretamente através de projetos não produtivos que contribuem para a dinamização da atividade econômica, ao crescimento de emprego, da produtividade e para a melhoria das condições de vida em geral. É traduzido através da aplicação de uma poupança social, impulsionando o desenvolvimento econômico.

O estudo sobre o investimento de um projeto tem por objetivo estimar o total de recursos de capital que serão utilizados em sua realização. Através dessa estimativa é que os esquemas de financiamento poderão ser estruturados, consequentemente os custos de capital serão avaliados, a rentabilidade e sua prioridade em termos macroeconômicos (BRITTO, 2008).

Assim investimentos correspondem aos desembolsos com o propósito de obter lucro a curto, longo ou médio prazo.

2.1.3 Custo

Segundo Martins (2010), no momento em que os fatores de produção são utilizados para a produção de um bem ou serviço, um gasto é reconhecido como custo. Já Bruni (2006) afirma:

> Custos representam na verdade uma transição de um investimento que tem como destino final o valor de estoques. A conversão de matéria em produto em elaboração e a conversão dos produtos em elaboração em produtos acabados representam custos.

Para Bertó e Beulke (2005), custo é definido como uma expressão monetária que deve possuir uma menor quantidade final, boa, rentável de produtos/serviços para repor fisicamente, ao término de cada ciclo operacional, uma maior quantidade inicial de insumos e consumos próximo ao ciclo.

Wernke (2004), textualiza custos sendo:

> Gastos efetuados no processo de fabricação de bens ou de prestação de serviços. No caso industrial, são os fatores utilizados na produção como matérias-primas, salários e encargos sociais dos operários da fábrica, depreciação das máquinas, dos móveis e das ferramentas utilizadas no processo produtivo.

Conclui-se que custo corresponde a todos os gastos relacionados ao processo produtivo, sejam eles diretos ou indiretos.

2.1.4 Despesa

Despesas podem ser descritas como o valor dos bens/serviços que são consumidos direta ou indiretamente, de forma voluntária, ou seja, são desembolsos que não se referem às atividades produtivas da empresa. Martins (2010) enfatiza que estas sujeitam as organizações à sacrifícios financeiros, pois reduzem o patrimônio líquido no processo de obtenção de receitas.

Perez Jr, Oliveira e Costa (2003) acreditam que “todas as despesas estão diretamente ou indiretamente associadas à realização de receitas. As empresas têm despesas para gerar receitas e não para produzir seus bens e serviços”.

Maher (2001) tem a visão de que despesa está relacionada a um gasto lançado contra a receita de um período contábil, fazendo com que seja abatida da receita obtida no período.

Martins (2010), ainda ressalta:

> Todos os custos que são ou foram gastos se transformam em despesas quando da entrega dos bens ou serviços a que se referem. Muitos gastos são automaticamente transformados em despesas, outros passam primeiro pela fase de custos e outros ainda fazem a via-sacra completa, passando por investimento, custo e despesa.

Portanto, despesas são todos os gastos que não estão relacionados a produção, ou seja, referentes à administração, comercialização ou financiamento. Desembolsos com a finalidade de gerar receitas.

2.2 PROJETOS NA CONSTRUÇÃO E PLANEJAMENTO DE GESTÃO

Projeto na Construção Civil é definido como a "atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução" (MELHADO, 1994). Deve ser compreendido como uma atividade multidisciplinar, que envolve desde análises de marketing, análise de custos até as decisões sobre tecnologias e do processo produtivo.

Classificado com uma das principais etapas na construção civil, o projeto possui um papel fundamental na qualidade do produto a ser entregue. Apesar de na fase inicial haver poucas despesas, a capacidade de influência nos custos é máxima, ou seja, um projeto mal elaborado origina problemas como falta ou sobras de recursos, e consequentemente levam à patologias na obra. Caldas (1990), ressalta a importância do planejamento da gestão:

> Avaliadas as principais características da indústria, o empreendedor começa a entrar em um processo de planificação dos recursos que serão necessários para a execução da obra, analisando os fatores primordiais para o êxito da construção, considerando-se que o fornecimento e a gestão dos custos, associados com os recursos, se tornam cada vez mais complexo, crítico e decisivo.

Deste modo, o planejamento de gestão deve conciliar a gestão da empresa e a gestão dos custos da obra, seja por meio de análises de viabilidade econômica juntamente a uma metodologia qualitativa, que gere informações precisas acerca de diagnósticos e estudos.

2.3 PLANEJAMENTO

De forma genérica, planejamento corresponde a definição de um futuro desejado, bem como meios para alcançá-lo. Ou ainda como sendo a prática sistemática da antecipação.

Segundo Chiavenato (2004), planejamento é constituído como a primeira função do processo administrativo, possibilitando o estabelecimento dos objetivos organizacionais em função dos recursos necessários para atingi-los de maneira eficaz.

Maximiano (1995) enfatiza que o planejamento abrange os fatores tempo e incerteza, assim como o fator de tomada de decisão. Deste modo, abrange o processo de definição dos objetivos organizacionais a serem alcançados e dos meios necessários a fim de que sejam atingidos, através da interferência na realidade, com a intenção de passar de uma situação conhecida para uma situação desejada, dentro de um intervalo de tempo definido previamente, onde as decisões tomadas no momento atual, afetarão o futuro da organização.

Na gestão de projetos, planejamento compreende à fase inicial, onde as tarefas serão identificadas, alocação de recursos, os custos serão estimados, o cronograma relacionando todas as atividades bem como suas dependências. É feito um detalhamento para que ao final desta fase ele possa ser executado sem dificuldades e imprevistos.

Assim, verifica-se que o planejamento determina o que deverá ser feito no presente, para que possa ter êxito no que foi almejado futuramente, fundamentado nos recursos humanos e financeiros que dispõe.

2.3.1 Planejamento na construção civil

Planejamento está incluso na fase inicial de um projeto de construção civil, nesta etapa são realizados estudos para a viabilização econômica da construção, os levantamentos sobre os recursos necessários para a execução, de modo a evitar desperdícios ou escassez dos materiais. É onde também se estabelece o cronograma de realização das atividades. González (2008) ressalta:

> O planejamento da construção consiste na organização para a execução, e inclui o orçamento e a programação da obra. O orçamento contribui para a compreensão das questões econômicas e a programação é relacionada com a distribuição das atividades no tempo.

Borges (2012) define algumas questões importantes nessa fase:

- Deve ser capaz de identificar nitidamente as necessidades dos clientes;
- Realização de um estudo prévio sobre os custos e as condições onde o projeto será executado;
- Garantir a qualidade do projeto, tendo ciência de que o custo aumentará conforme o tempo gasto na elaboração do projeto;

- Desenvolver trabalhos que definam uma construção que seja capaz de atender as necessidades do usuário, em termos de utilização, planejamento em execução, levando em consideração que a qualidade muitas vezes antecede a execução;
- Controle da obra;
- Desempenho das atividades dentro do canteiro;
- Desenvolvimento correto das fases evolutivas do planejamento.

Alarcón e Mardones (1998), explanam que o planejamento tem que estar concentrado além do projeto, como na construção e equipamentos a serem utilizados:

> O planejamento deve se concentrar principalmente sobre o projeto, mas também tem que agir na construção e no planejamento dos equipamentos que serão utilizados. O ato de planejar e controlar o fluxo de produção altera com o passar do tempo tornando-se necessário um melhor acompanhamento sobre a evolução dos mercados, que estão cada vez mais exigentes e complexos.

Diante da grande variabilidade no setor, é importante que esta etapa seja realizada em níveis de detalhamento diferentes, levando em consideração horizontes de longo, médio e curto prazos (GONZÁLEZ, 2008).

Os planejamentos de longo prazo possuem baixo grau de detalhamento, indicando macro itens do processo, inclui emprego de mão de obra própria ou terceirizada, nível de mecanização, organização do canteiro de obra, prazo de entrega, forma de contratação e relacionamento com cliente. É utilizado para auxiliar a tomada de decisão em níveis organizacionais (gerência).

No nível de planejamento de médio prazo as atividades são trabalhadas em prazos de execução a cada 4 ou 6 meses. Nesse nível a atenção é voltada para a eliminação de empecilhos da produção, por meio da identificação antecipada da necessidade de compras de materiais ou contratação de empreiteiros.

O planejamento de curto prazo dirige-se à execução. Sua programação é desenvolvida para um intervalo de 4 a 6 semanas, detalhando as atividades a serem executadas. O fornecimento de materiais e mão de obra estão garantidos, e o ritmo da obra está estabelecido.

Independente dos níveis de planejamento, devem ser desenvolvidos o memorial descritivo, orçamento assim como cronograma.

2.3.1.1 Memorial Descritivo

O objetivo do memorial descritivo é resumir as etapas para que o período do planejamento seja racionalizado, a fim de evitar perdas qualitativas e quantitativas ao empreendimento, possibilitando ser feita uma compactação de modo que no Memorial Descritivo estejam contidas as referências dos materiais, equipamentos e especificações técnicas (MONTEIRO E SANTOS, 2010).

São inclusas todas as diretrizes do projeto, os elementos construtivos programados e previstos no projeto de execução são registrados qualitativamente. Estão contidos também os registros das características dos materiais, sua manipulação e tecnologias adotadas (XAVIER, 2008).

Como o próprio nome sugere, é uma peça descritiva, devendo explicitar todos os materiais a serem utilizados para execução de uma obra, assumindo todos os elementos previstos no projeto. Seu objetivo principal é evitar erros no desenvolvimento da construção.

2.3.1.2 Orçamento

Orçamento consiste basicamente em um exercício de previsão, onde seus itens influenciam e colaboram para o custo de um empreendimento. Para Taves (2014):

> O orçamento de uma obra é resultado de um conjunto de serviços planejados e previstos, necessários a execução da obra, variando conforme o tipo do serviço. Orçar é prever o custo de uma obra antes de sua execução.

Quanto mais detalhado é feito o orçamento, mais ele se aproximará do custo real. Para Cordeiro (2007), o orçamento pode resultar em lucro ou prejuízo para a empresa quando faltam critérios técnicos e econômicos mínimos para a sua elaboração. Dependendo das fases de elaboração de um projeto, o orçamento pode ser uma estimativa de custo, um orçamento preliminar ou um orçamento detalhado. Assim, para elaborar um orçamento, é necessário desenvolver, além do cálculo dos custos, uma série de tarefas sucessivas e ordenadas.

2.3.1.3 Cronograma

Cronograma é a programação de todas as atividades de um empreendimento, onde são definidas as ordens de execução, em função das atividades, do prazo e custos. Monteiro e Santos (2010) consideram o cronograma como uma das ferramentas de planejamento mais utilizadas em projetos, devido a sua fácil visualização e compreensão.

Seu objetivo é fornecer informações para controle da obra, pois permite a visualização das atividades em andamento, assim como seus prazos de início e término. É uma das ferramentas mais utilizadas na construção civil, tanto para planejamento quanto para controle.

2.4 FERRAMENTAS PARA GESTÃO

A utilização de ferramentas para gestão é de fato indispensável pois possibilita uma maior garantia de resultados positivos durante o desenvolvimento do projeto, uma vez que permite saber quais são os métodos e processos de trabalho utilizados, bem como as informações podem ser visualizadas em tempo real por toda a equipe envolvida. Podemos destacar o Gráfico de Gantt, CCPM (*Critical Chain Projetct Management* ou Método da Corrente Crítica) e o PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method* ou Técnica de Avaliação de Análise de Programa/ Método do Caminho Crítico) como referências em ferramentas para gerenciamento de projetos.

O Gráfico de Gantt ou Diagrama de Barras foi desenvolvido pelo americano Henry L. Gantt. Procura representar o conjunto de atividades de um projeto por meio de barras dispostas horizontalmente, possibilitando uma fácil visualização de atividades específicas e também do projeto como um todo. As barras são posicionadas através da data de início e seu comprimento é proporcional a duração em períodos de tempo das tarefas (SILVA, 2006). Possibilita avaliar de forma rápida as tarefas individuais ao longo do tempo.

O Método da Corrente Crítica, foi desenvolvido por Eliyadu Goldratt e apresenta uma diferença dos demais métodos pois denota a gestão de pulmões, reduzindo de forma significativa o número de pontos que necessitam de maior atenção (GOLDRATT 1998). Esta teoria promove melhoria no desempenho de projetos, minimizando riscos no gerenciamento.

2.4.1 PERT/CPM

PERT e CPM são técnicas utilizadas na gestão de projetos que foram independentemente desenvolvidas na década de 1950. As siglas são iniciais das expressões PERT "*Program Evaluation and Review Technique*" (Técnica de Avaliação de Análise de Programa) e CPM "*Critical Path Method*" (Método do Caminho Crítico).

Os objetivos do método PERT/CPM, de acordo com Avila (2000) são:

- Minimização dos problemas localizados de projetos, tais como: atrasos, estrangulamentos da produção e interrupções de serviços;

- Obter conhecimento antecipadamente das atividades críticas, as quais o cumprimento influencia a duração total do programa;
- Manter informada a administração quanto ao desenvolvimento de cada etapa ou atividade do projeto, possibilitando a constatação antecipada, acerca dos fatores críticos que possam atrapalhar o desempenho, bem como permitir uma adequada e corretiva tomada de decisão;
- Estabelecer a data em que cada envolvido deverá iniciar ou concluir suas atribuições;
- Ser um forte instrumento de planejamento, coordenação e controle.

A grande diferença das técnicas está na forma como o tempo é tratado. O CPM assume estimativas de medidas de tempos determinísticas, logo, são sempre satisfeitas (LUIZ, 2011). É capaz de atender cenários cada vez mais complexos, com o objetivo de identificar o caminho crítico dentro de uma rede de atividades.

Considerando que fatores imprevisíveis como intempéries climáticas, mão de obra, acidentes e atrasos na entrega dos materiais podem alterar o cronograma da obra, na fase de elaboração deve-se levar em conta as incertezas que o projeto oferece. O auxílio de um método de estimativa probabilística de tempo podem diminuir tais incertezas.

O método PERT avalia a duração de cada atividade como uma variável aleatória relacionada com alguma distribuição de probabilidade (LUIZ, 2011). Tem por objetivo tornar o prazo previsto para a execução de atividades mais eficiente, de forma que o cronograma não seja prejudicado.

Na técnica PERT, o tempo que cada atividade durará é tratado como uma variável aleatória advinda de uma distribuição beta, definida por Davis, Aquilano e Chase (2001) como uma distribuição de probabilidade contínua que permite estimar o tempo utilizando três estimativas de duração de cada atividade, responsável por levar a distribuição triangular caracterizada pelos três tempos *o*, *p* e *m* a uma distribuição normal, para calcular a probabilidade do tempo de conclusão do projeto.

A ferramenta PERT/CPM ilustra, a partir de um Diagrama de Rede, as atividades e o avanço de cada tarefa ou do projeto como um todo. Através do diagrama é possível identificar quando a tarefa deve ser iniciada, o tempo para a execução de cada uma, quais atividades estão sendo executadas ao mesmo tempo e a interdependência entre elas (DUFFY, 2006).

Segundo Cukierman (2000), esse método traz grandes vantagens ao gerenciamento de projetos, pois auxilia no planejamento, programação, coordenação e controle do projeto, evitando ou minimizando o risco dos efeitos provenientes de uma ocorrência inesperada ou acidental durante a execução do projeto.

2.4.1.1 PERT/CPM Determinístico

Para a plena utilização da ferramenta, é necessário seguir alguns passos. Primeiramente, deve-se identificar as atividades a serem executadas no projeto, determinar o tempo de duração de cada atividade e identificar as variáveis que são dependentes de outras para serem iniciadas (HAGA e O`KEEFE, 2001). A partir desse momento, é aceitável a construção de uma rede de planejamento do projeto, respeitando as interações existentes entre as atividades, conforme demonstra a Figura 3.

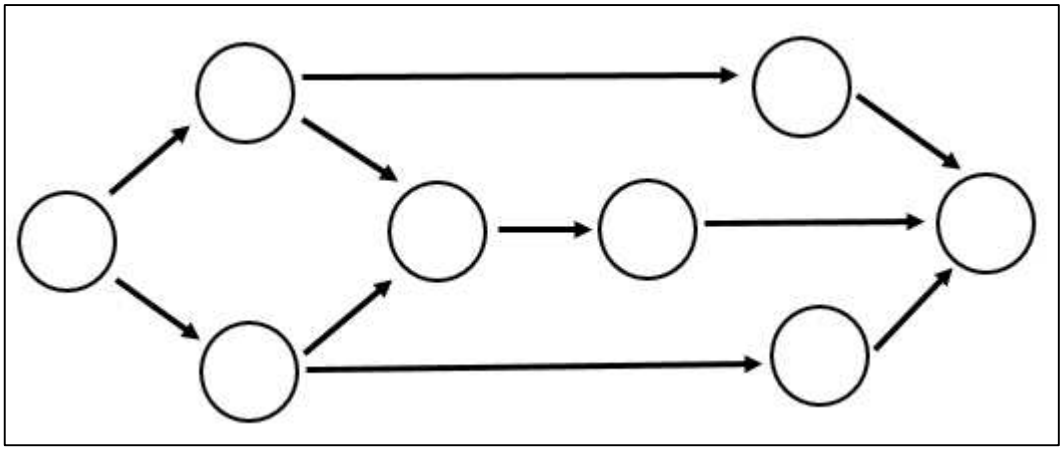

Figura 3. Exemplo de redes de atividades
Fonte: Adaptado, SANCHES e FERNANDES, 2013

Na rede, os círculos caracterizam os eventos, ou seja, o início e término de uma atividade, as setas representam as atividades do projeto.

Para que o caminho crítico seja determinado, é primordial calcular a primeira data de início (PDI), isto é, a primeira data em que uma tarefa pode ser iniciada, considerando suas atividades precedentes, e a última data de início (UDI), quer dizer, a última data em que a atividade pode ser iniciada sem comprometer as demais. Ambas são calculadas por meio das equações 1 e 2 (SANCHES e FERNANDES, 2013).

$$PDI = PDIa + DA \tag{1}$$

$$UDI = UDIp - DA \tag{2}$$

$PDIa$: Primeira data de início da atividade anterior.

$UDIp$: Última data de início da atividade posterior.

DA: Duração da atividade

As folgas (tempo que uma atividade pode atrasar sem comprometer a duração total do projeto) também são determinadas após os PDI`s e UDI`s serem identificados. As folgas são calculadas, mediante a Equação 3:

$$F = UDIp - PDIa - DA \tag{3}$$

F: Folga total de uma atividade.

$UDIp$: Última data de início posterior.

$PDIa$: Primeira data de início anterior.

DA: Duração da atividade.

2.4.1.2 PERT/CPM Probabilístico

As previsões de duração das atividades nem sempre apresentam confiabilidade, em alguns casos, apresentam variabilidade em seus tempos de execução. Nas situações sujeitas a incertezas sobre o tempo de cada atividade, é indicada a utilização do PERT/CPM probabilístico (MOREIRA, 2011).

A determinação dos parâmetros de probabilidade são realizados utilizando três estimativas de duração de tarefas: (MARTINS e LAUGENI, 2006).

(m): estimativa mais provável para duração de uma atividade;

(o): estimativa otimista sobre a duração de uma atividade;

(p): estimativa pessimista acerca da duração de uma atividade.

Essas três estimativas de tempo compreendem a uma distribuição triangular de probabilidade. Após estimadas as possíveis durações do projeto, calcula-se a média ponderada do tempo das atividades utilizando a Equação 4.

$$T = \frac{o + 4m + p}{6} \tag{4}$$

Essa equação é baseada na distribuição estatística beta, considerando a duração mais provável (p) quatro vezes mais influente que as durações otimista (o) e pessimista (p), conforme ilustrado na Figura 4.

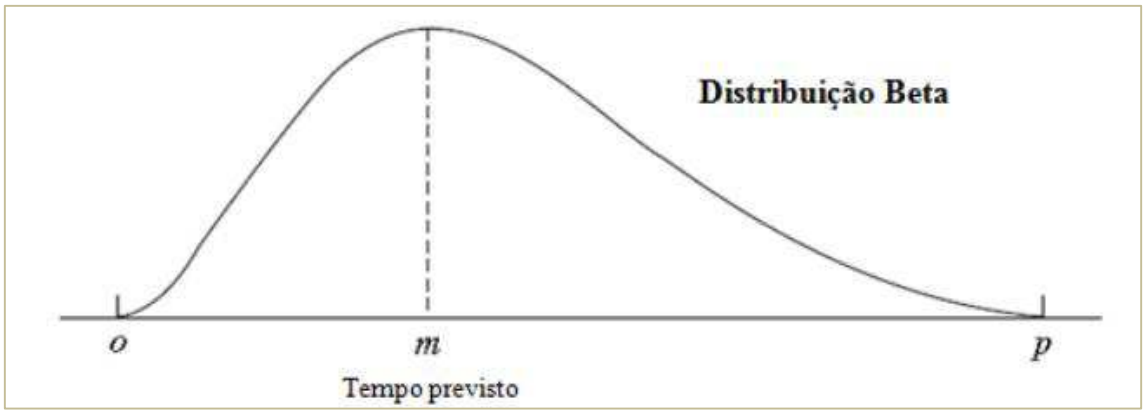

Figura 4 . Modelo de distribuição de probabilidade da duração de uma atividade para as três estimativas do PERT.
Fonte: LUIZ, 2012.

Após os cálculos dos tempos esperados, a variância dos tempos de cada atividade deve ser determinada. Ela está relacionada com os tempos esperados calculados através da Equação 5.

$$\sigma^2 = \left(\frac{p - o}{6}\right)^2 \tag{5}$$

p: Duração pessimista.

o: Duração otimista.

Após a obtenção da variância dos tempos de atividade, é necessário encontrar o caminho crítico do projeto, assim como no PERT/CPM determinístico. Após a identificação do caminho crítico, as variâncias dos tempos de atividade devem ser somadas ao longo do caminho crítico (CHASE; JACOBS e AQUILANO, 2006).

Depois de descobertos os tempos esperados das atividades e suas respectivas variâncias e assumindo uma distribuição normal, é possível calcular a probabilidade de completar o projeto na referida data (MOREIRA, 2011). Para calcular esta probabilidade, a Equação 6 é utilizada (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2011):

$$Z = \frac{D - T}{\sqrt{\sum \sigma^2{}_{cp}}} \tag{6}$$

$\sum \sigma^2{}_{cp}$: Soma das variâncias ao longo do caminho crítico.

O valor de Z é encontrado por meio da tabela de distribuição normal, em seguida deve-se calcular a probabilidade de terminar o projeto em uma data D, de acordo com o tempo de

cumprimento esperado T juntamente com a soma das variâncias dos tempos das atividades que compõem o caminho crítico.

2.5 SIMULAÇÃO

De acordo com Hillier e Lieberman (2001), a técnica de simulação é uma metodologia científica para abordar problemas complexos de decisão. Alguns projetos são impossíveis, economicamente ou inviáveis a experimentação. Nesses casos a simulação se mostra como uma ferramenta flexível e poderosa.

A simulação implica na modelagem de um processo ou sistema, de tal maneira que o modelo envia as respostas do sistema real através de sucessivos eventos que ocorrem ao longo do tempo.

Permite a criação de um perfil com resultados prováveis. A partir da simulação é possível fazer análise acerca do comportamento do sistema em situações imprevistas, não necessitando de ocorrência na prática.

2.5.1 Sistemas

Sistema é definido como uma entidade que manipula um ou mais sinais para realizar uma função, deste modo, produz novos sinais. O sistema procura satisfazer as necessidades de mudança no ambiente no qual está inserido, cada novo sistema é modificado e novas necessidades são criadas.

Os sistemas de acordo com Ramos (2009), são classificados em:

- Variantes ou invariantes no tempo;
- Dinâmicos (valores de saídas dependem dos dados de entrada) ou estáticos (valores de saídas não dependem dos dados de entradas);
- Determinísticos (os resultados são pré determinados em função dos dados de entrada) ou estocásticos (resultados dependem de fatores aleatórios além dos dados de entrada);
- Tempo real (eventos ocorrem e são tratados na mesma escala de tempo correspondente ao sistema real) ou tempo simulado (Não acompanha a escala de evolução do tempo real);
- Discretos (dependem de variáveis que assumem valores finitos) ou contínuos (dependem de variáveis que assumem o conjunto de números reais);

2.5.2 Modelos de simulação

Modelo é uma representação simplificada de um sistema elaborado para compreender, prever, bem como controlar o comportamento dos sistemas em determinadas condições, de forma que possam ser estudados e entendidos. Para Dávalos (2001), a modelagem pressupõe um processo de criação e descrição, envolvendo um determinado grau de abstração que, na maioria das vezes, acarreta uma série de simplificações sobre a organização e o funcionamento do sistema real. Usualmente, esta descrição toma a forma de relações matemáticas ou lógicas que, no seu conjunto, constituem o que denominamos modelos.

Schappo (2006), classifica os modelos conforme os propósitos listados abaixo:

- Previsão: Utilizada para prever o estado do sistema em algum momento do futuro, baseado nas suposições a respeito do seu comportamento atual e como continuará se comportando ao longo do tempo;
- Investigação: Usada para buscar informações para que sejam desenvolvidas hipóteses sobre o comportamento dos sistemas, pois muitas vezes os objetivos dos estudos estarão bem definidos no início do estudo em questão;
- Comparação: Avalia o efeito de mudanças nas variáveis de controle de entrada, assim como a medição de seus efeitos através das variáveis de resposta de acordo com os objetivos quando forem bem específicos.

2.5.3 Simulação de Monte Carlo

O método de Monte Carlo possui esse nome devido ao *Casino de Monte Carlo*, localizado no Principado de Mônaco. Seu nome, assim como seu desenvolvimento sistemático ocorreu por volta da década de 1940, período da Segunda Guerra Mundial sendo uma ferramenta de pesquisa para o desenvolvimento da bomba atômica.

Hammersley e Handscomb (1964), definem essa ferramenta como sendo “a parte da matemática experimental que está preocupada em experiências com números aleatórios”.

O método é fundamentado na geração de números aleatórios com base nos parâmetros de definições estabelecidos previamente (retirados de séries aleatórias) ou então representados subjetivamente, a fim de projetar o comportamento de fatores de risco (ZAGO, *et. al.*, 2005). Explanam que a sua grande vantagem é o poder de inter-relação entre as variáveis aleatórias, com a finalidade de considerar as combinações possíveis desta variável sobre um mesmo instrumento.

O modelo de simulação de Monte Carlo possibilita o controle de erros de convergência, uma vez que não há limites para os cenários aleatórios que são desenvolvidos. Sendo assim, só é necessária uma distribuição das oscilações dos fatores de risco através de uma especificação correta (ZAGO, *et. al.*, 2005).

A ferramenta é de grande valia quando aplicada em problemas de tomadas de decisão envolvendo riscos e incertezas, isto é, situações nas quais o comportamento das variáveis envolvidas não são de origem determinísticas. A Figura 5, demonstra os passos a serem seguidos para a operacionalização da Simulação de Monte Carlo.

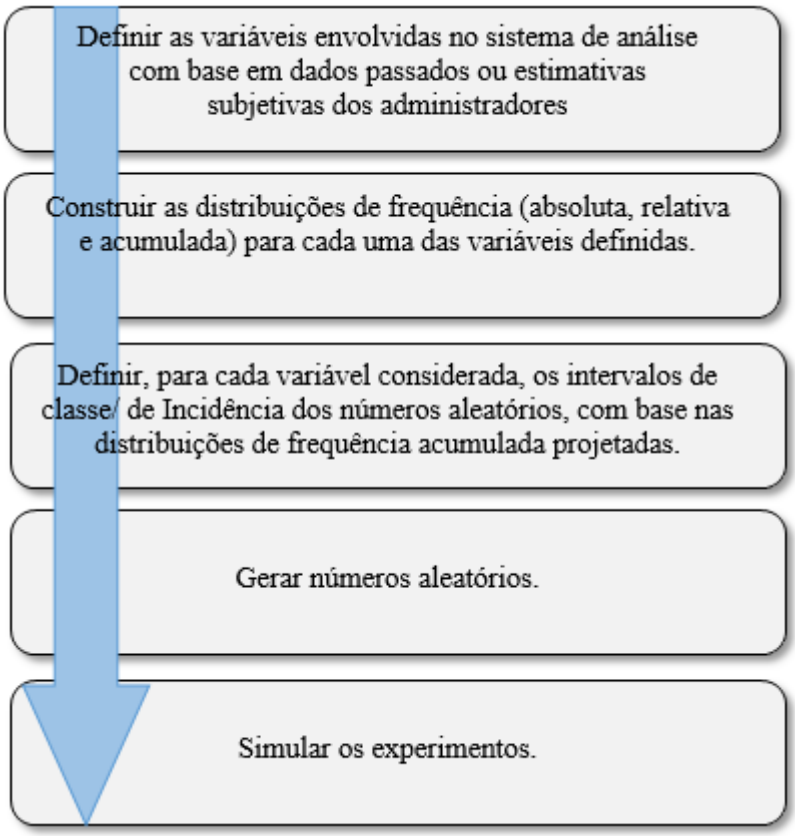

Figura 5. Passos para operacionalização do método de Simulação de Monte Carlo
Fonte: Adaptado de SHAMBLIN e STEVANS, 1974.

Para que o método de Monte Carlo seja operacionalizado de forma adequada, Lustosa, Ponte e Dominas (2004) recomendam que a simulação seja replicada mais de cem vezes para que uma amostra representativa possa ser obtida. Entretanto não existem recomendações quanto ao número máximo de simulações a serem realizadas, assim, recomenda-se aplicar o maior número de simulações possíveis de acordo com o grau de processamento do equipamento, uma vez que o equilíbrio entre precisão e tempo de computação é uma característica importante das simulações baseadas em Monte Carlo (ESCUDERO, 1973).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

3.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Entende-se metodologia científica como um conjunto de ações intelectuais e técnicas a fim de que o conhecimento seja alcançado de maneira sistemática. Busca responder ao problema formulado, atingindo os objetivos estudados de forma eficaz, com a subjetividade do pesquisador interferindo o mínimo possível.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à sua natureza, é classificada como pesquisa aplicada, pois os conhecimentos adquiridos são utilizados para aplicação prática voltada à solução de problemas específicos. Com relação à forma de abordagem do problema, classifica-se como quantitativa, visto que traduz em números as informações para que sejam quantificadas e analisadas. Também expressa numericamente opiniões e informações, de modo que possam ser classificadas, bem como analisadas sob a ótica empresarial e econômica. De acordo com seus objetivos, categoriza-se como exploratória, pois proporciona maior familiaridade com o problema apresentado, na construção de hipóteses e abrange pesquisa bibliográfica.

3.3 PROCEDIMENTOS

3.3.1 Caracterização da metodologia utilizada

Segundo os procedimentos técnicos, adequa-se como pesquisa bibliográfica, pois serão usados materiais já publicados para a execução do presente trabalho, de acordo com Gil (2002) “É desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

A pesquisa documental também será explorada, visto que dispõe de materiais que não auferiram de tratamento analítico. O estudo de caso também é adequado, segundo Gil (2002) “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”, portanto, um estudo empírico que visa a determinação e testes acerca de teorias.

3.3.2 Desenvolvimento da Pesquisa

Para que o estudo em questão seja realizado, serão feitas visitas à empresa a fim de que os dados pertinentes sejam coletados. Serão coletados cronogramas físico (referente às etapas e serviços executados) e financeiro (relacionado aos desembolsos realizados no decorrer do tempo para execução) da obra.

3.3.3 Método de Análise de Dados

Para Gil (2002), o objetivo da análise consiste em organizar e sumarizar dados, para possibilitar o fornecimento de respostas ao problema investigado.

A partir dos dados coletados, a próxima etapa consistirá em verificar quais fases da obra podem ser otimizadas, isto é, aceleradas, mensurando o custo dessa aceleração. Em seguida, um plano de auxílio na tomada de decisão será elaborado a partir do *Software Microsoft Excel*.

Após a elaboração do plano ótimo, será realizada a simulação através do método de Monte Carlo, para que os caminhos críticos, bem como a probabilidade do cronograma atender ao prazo seja cumprido.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

As informações utilizadas na elaboração do trabalho foram fornecidas através de uma construtora, que por exigência da gerência o nome desta não será divulgada, sendo atribuído "Empresa Sigma", como fictício. A obra em questão trata-se da construção de uma residência do tipo sobrado.

A empresa foi fundada em 2001, na cidade de Ponta Porã, sendo esta sua única unidade, não havendo filiais. Atuante no ramo de compra e venda de loteamentos, bem como construção na região. Foi criada para dar continuidade ao seu proprietário o qual atuava como corretor autônomo em 1990.

Na construção de um empreendimento, tudo se inicia a partir da incorporação dos objetos a serem comercializados pela construtora, correspondendo a um documento registrado no Cartório de Registro de Imóveis. A partir deste documento, são definidos o memorial descritivo, tamanho da área a ser construída, quantidade de dormitórios, banheiros, dentre outros. Devem estar contidas as penalidades devido aos atrasos que impactam a entrega do projeto, para tanto não há um valor pré-estabelecido por lei.

Para que a Empresa Sigma possa vender seus produtos, deve estar legalmente habilitada como pessoa jurídica, bem como possuir registro no CRECI (Conselho Regional de Corretores de Imóveis), a regularização é feita por intermédio do seu proprietário.

4.2 ANÁLISE DO RESULTADO

O cronograma físico-financeiro disponibilizado pela Empresa Sigma, trata-se de um projeto que foi iniciado no ano de 2016, as informações obtidas possibilitaram identificar o caminho crítico, realizar projeções para a duração das atividades, mensurar custos, bem como simular resultados prováveis. Está disponível no Anexo I do presente trabalho.

4.2.1 Análise do cronograma físico-financeiro

A etapa inicial para que o plano ótimo seja conhecido consiste na definição das variáveis envolvidas no processo, sendo estas obtidas através do cronograma fornecido pela construtora. As atividades dependentes também foram estabelecidas mediante o cronograma, deste modo o

conhecimento do tempo estimado para cada atividade foi facilmente identificado. As informações são apresentadas no Quadro 1.

Atividade	Descrição da Atividade	Dependências	Duração
A	Canteiro	-	2 Semanas
B	Fundação	A	4 Semanas
C	Estrutura- Pavimento térreo	B	4 Semanas
D	Alvenaria - Térreo	B	3 Semanas
E	Estrutura- Pavimento Superior	B	3 Semanas
F	Alvenaria- Pavimento Superior	E	3 Semanas
G	Cobertura	E	4 Semanas
H	Instalação Hidráulica/ Esgoto e águas pluviais	B	2 Semanas
I	Hidráulica/ Água fria	H	3 Semanas
J	Instalação Elétrica	D	6 Semanas
K	Paredes e tetos	D,F,G	12 Semanas
L	Pisos	C, E	3 Semanas
M	Acabamento Paredes	K	3 Semanas
N	Acabamento Pisos	L	2 Semanas
O	Louças e Metais	M,N	2 Semanas
P	Pintura	M	4 Semanas
Q	Vidros	D, F	2 Semanas
R	Paisagismo	M	2 Semanas
S	Limpeza	M,N,P,Q	2 Semanas

Quadro 1: Lista de atividades do projeto
Fonte: a autora

Um dos artifícios a serem utilizados, será a superposição de atividades, ou seja, existirão etapas que ocorrerão simultaneamente, e não somente uma por vez, o que acarretaria em aumento de tempo e custo da obra. De acordo com a lista de atividades o tempo para a construção do sobrado será de 66 semanas.

A elaboração do Diagrama de Redes permite que as atividades sejam facilmente identificadas, assim, os nós representam as atividades e os arcos as relações de dependências. Ao lado de cada nó é informado o tempo, em semanas para cada etapa. A Figura 6, explana a rede para o projeto.

Caminho é interpretado como a rota que possui origem no nó início, chegando ao nó término. A determinação do comprimento deste caminho corresponde à soma das durações das atividades que pertencem ao caminho.

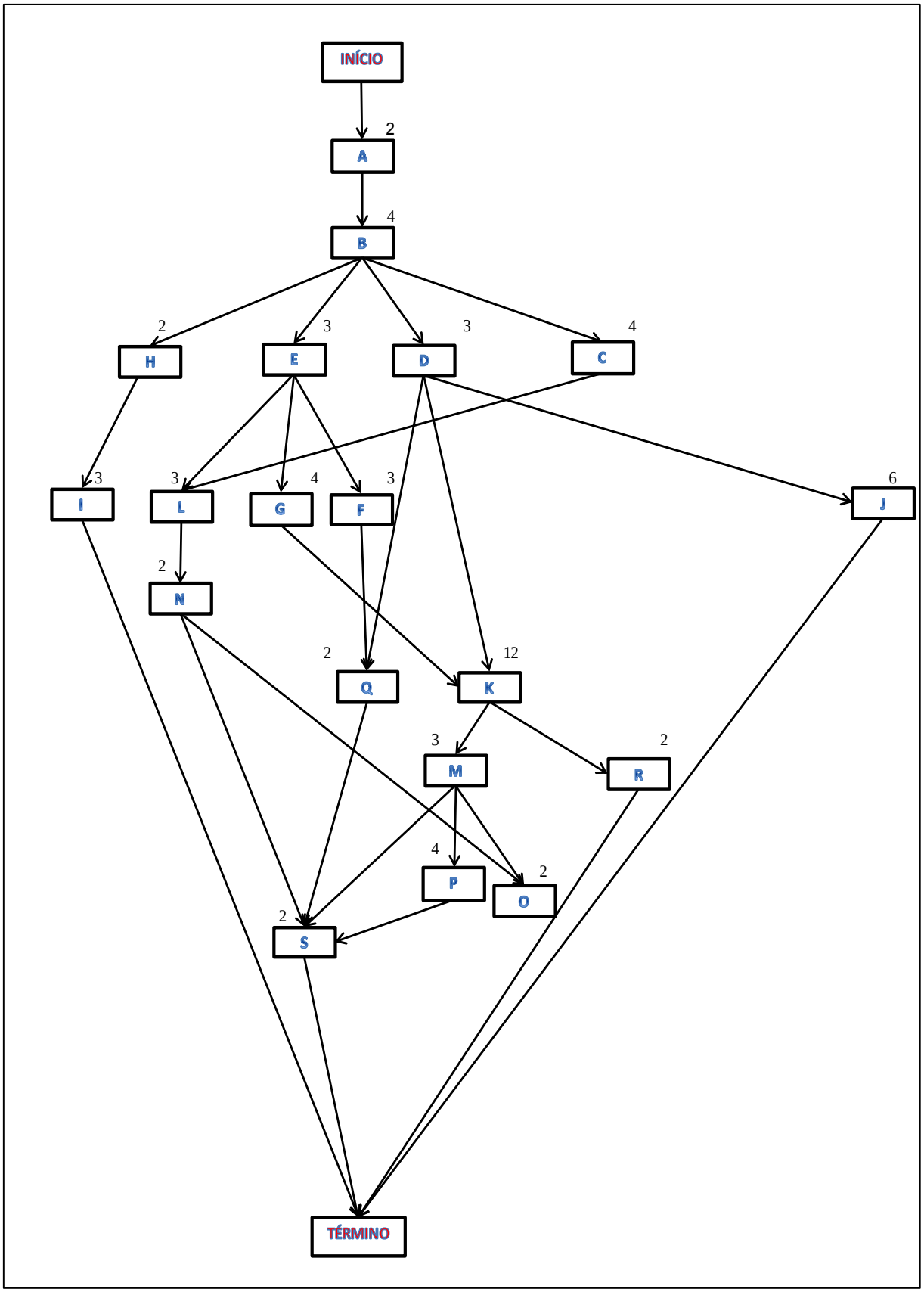

Figura 6. Diagrama de Rede para o Projeto
Fonte: a autora

Com base na rede apresentada na Figura 6, pode-se verificar que existem 17 caminhos, os quais estão representados no Quadro 02, juntamente com seus comprimentos.

Caminhos	**Duração (Semanas)**	**Total**
INÍCIO→A→B→C→L→N→O→TÉRMINO	2+4+4+3+2+2	17
INÍCIO→A→B→C→L→N→S→TÉRMINO	2+4+4+3+2+2	17
INÍCIO→A→B→D→K→M→O→TÉRMINO	2+4+3+12+3+2	26
INÍCIO→A→B→D→K→R→TÉRMINO	2+4+3+12+2	23
INÍCIO→A→B→D→K→M→P→S→ TÉRMINO	2+4+3+12+3+4+2	30
INÍCIO→A→B→D→Q→S→TÉRMINO	2+4+3+2+2	13
INÍCIO→A→B→D→J→TÉRMINO	2+4+3+6	15
INÍCIO→A→B→E→F→K→M→O→TÉRMINO	2+4+3+3+12+3+2	29
INÍCIO→A→B→E→F→Q→S→TÉRMINO	2+4+3+3+2+2	16
INÍCIO→A→B→E→F→K→R→TÉRMINO	2+4+3+3+12+2	26
INÍCIO→A→B→E→F→K→M→P→S→TÉRMINO	2+4+3+3+12+3+4+2	33
INÍCIO→A→B→E→G→K→M→O→TÉRMINO	2+4+3+4+12+3+2	30
INÍCIO→A→B→E→G→K→R→TÉRMINO	2+4+3+4+12+2	27
INÍCIO→A→B→E→G→K→M→P→S→TÉRMINO	2+4+3+4+12+3+4+2	34
INÍCIO→A→B→E→L→N→O→TÉRMINO	2+4+3+3+2+2	16
INÍCIO→A→B→E→L→N→S→TÉRMINO	2+4+3+3+2+2	16
INÍCIO→A→B→H→I→TÉRMINO	2+4+2+3	11

Quadro 2: Caminhos e seus comprimentos
Fonte: a autora

Caminho crítico, corresponde ao caminho que possui o maior comprimento, logo que todos os outros possuem um tempo de duração inferior. Logo, o tempo requerido para o a conclusão do projeto é de 34 semanas. Este projeto apresenta somente um:

- INÍCIO→A→B→E→G→K→M→P→S→TÉRMINO.

A Figura 7, ilustra o caminho crítico para a construção do sobrado.

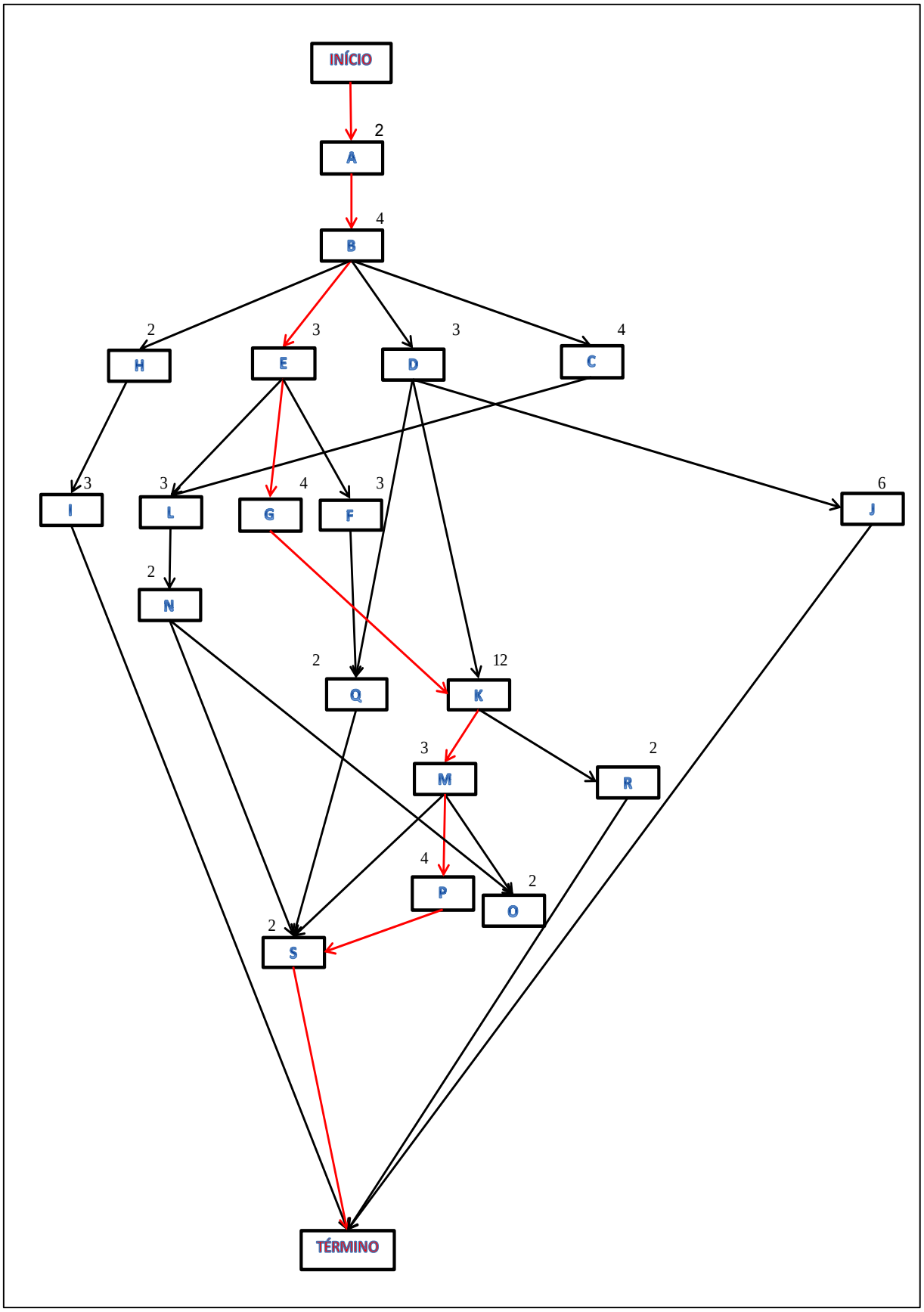

Figura 7. Caminhos Críticos
Fonte: a autora

Para a programação das atividades no método PERT/CPM deve-se determinar o tempo de início e término das atividades. Para isto, é necessário determinar-se as seguintes variáveis:

- Primeira Data de Início (PDI): Primeira data que uma tarefa pode ser iniciada, considerando suas dependências.
- Última Data de Início (UDI): Última data em que a atividade pode ser iniciada sem comprometer as demais.
- Folgas: As folgas correspondem ao tempo que uma atividade pode durar sem comprometer a duração total do projeto.

Aplicando tais definições teremos os seguintes resultados, expostos no Quadro 03:

ATIVIDADES	Duração (Semanas)	PDI (Semanas)	UDI (Semanas)	Folgas	Caminho Crítico
INÍCIO	0	0	0	-	-
A	2	0	0	0	2
B	4	2	2	0	4
C	4	6	23	17	-
D	3	6	10	4	-
E	3	6	6	0	3
F	3	9	10	1	-
G	4	9	9	0	4
H	2	6	29	23	-
I	3	8	31	23	-
J	6	9	28	19	-
K	12	13	13	0	12
L	3	10	27	17	-
M	3	25	25	0	3
N	2	13	30	17	-
O	2	28	32	4	-
P	4	28	28	0	4
Q	2	12	30	18	-
R	2	25	32	7	-
S	2	32	32	0	2
TÉRMINO	0	34	34	0	34

Quadro 3: Tempos de Início e Término das Atividades.
Fonte: a autora.

Num projeto de construção civil, todo o cronograma está sujeito a incertezas sobre o tempo de duração de cada atividade. Neste caso adotou-se também a metodologia PERT/CPM probabilístico, onde o mesmo é baseado em três estimativas de tempo:

(m): estimativa mais provável para duração de uma atividade;

(o): estimativa otimista sobre a duração de uma atividade;

(p): estimativa pessimista acerca da duração de uma atividade.

A média (μ) e a variância (σ^2) de duração das atividades a partir das três estimativas são ilustradas no Quadro 4.

Atividade	Tempos (Semanas)			Média	Variância
	Pessimista (p)	Provável (m)	Otimista (o)	$\mu = \frac{o + 4m + p}{6}$	$\sigma^2 = (\frac{p - o}{6})^2$
A	2,1	2	1,7	1,89	0,0040
B	4,2	4	3,5	3,85	0,0165
C	4,2	4	3,5	3,9	0,0165
D	3,2	3	2,6	2,90	0,0093
E	3,1	3	2,6	2,85	0,0090
F	3,2	3	2,6	2,88	0,0092
G	4,3	4	3,5	3,90	0,0169
H	2,1	2	1,7	1,93	0,0041
I	3,2	3	2,6	2,9	0,0093
J	6,5	6	5,3	5,9	0,0385
K	12,9	12	10,6	11,75	0,1534
L	3,2	3	2,6	2,94	0,0096
M	3,2	3	2,6	2,92	0,0095
N	2,1	2	1,7	1,94	0,0042
O	2,1	2	1,7	1,89	0,0040
P	4,3	4	3,6	3,95	0,0173
Q	2,1	2	1,7	1,89	0,0040
R	2,2	2	1,8	1,96	0,0043
S	2,0	2	1,7	1,9	0,0038

Quadro 4: Valores esperados e variância das atividades.
Fonte: a autora.

A média resultante de duração das etapas é o tempo previsto no cronograma. A variância obtida em cada etapa do projeto corresponde a um valor muito pequeno, pois a diferença entre o Tempo Pessimista (p) e Otimista (o) é mínima em cada atividade, deste modo evidenciando pequena incerteza relacionada a duração das etapas considerando os três cenários, e admitindo ainda segundo a fórmula um peso maior a variável Provável (m). A variância assume ainda que o tempo das atividades no caminho crítico são dependentes estatisticamente.

4.2.2 PERT/CPM Relação Tempo-Custo

Um atividade acelerada está relacionada com a adoção de meios para reduzir o tempo de atividade programado, acarretando em custos inesperados fora do orçamento inicial.

O *trade-off* tempo-custo abordado pelo método CPM, permite calcular quanto custa acelerar cada atividade para que o tempo do projeto seja menor. Esse *trade-off* parte do pressuposto que acelerar um projeto está diretamente associado a um custo elevado, estes podem incluir horas extras, adicional de maquinários, dentre outros. A Figura 7, apresenta um gráfico desta relação:

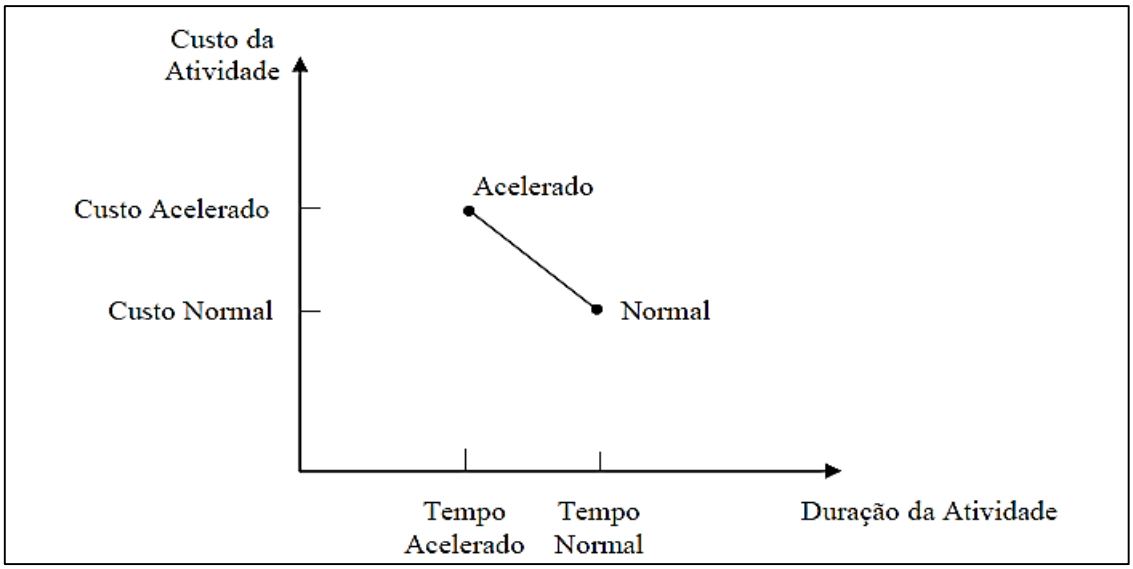

Figura 8. Gráfico da Relação Tempo-Custo
Fonte: Luiz, 2012

A fim de identificar qual seria o impacto no custo do projeto em acelerar atividades, elaborou-se o Quadro 5. Foi considerado o número máximo (em semanas) que poderiam ser reduzidos e o custo adicional desta semana.

Atividade	Tempo (Semana)		Custos (R$)		Redução máxima de tempo (Semanas)	Custo Extra por Semana Acelerada (R$)
	Normal	Acelerado	Normal	Acelerado		
A	2	2	R$ 5.153,03	R$ 5.153,03	0	R$ -
B	4	3	R$ 15.459,09	R$ 17.005,00	1	R$ 1.545,91
C	4	3,5	R$ 14.946,11	R$ 16.440,72	0,5	R$ 1.494,61
D	3	3	R$ 5.030,38	R$ 5.030,38	0	R$ -
E	3	3,5	R$ 9.041,80	R$ 10.398,07	0,5	R$ 1.356,27
F	3	3	R$ 3.071,30	R$ 3.071,30	0,0	R$ -
G	4	2	R$ 14.297,43	R$ 15.441,22	2	R$ 1.143,79
H	2	1,5	R$ 4.633,42	R$ 4.957,76	0,5	R$ 324,34
I	3	1,5	R$ 3.163,97	R$ 3.353,81	1,5	R$ 189,84
J	6	4	R$ 13.688,46	R$ 15.057,31	2	R$ 1.368,85
K	12	10	R$ 11.100,36	R$ 11.988,39	2	R$ 888,03
L	3	2,5	R$ 5.977,12	R$ 6.395,52	0,5	R$ 418,40
M	3	2	R$ 5.909,60	R$ 6.677,85	1	R$ 768,25
N	2	2	R$ 3.939,74	R$ 4.254,91	0,0	R$ 315,18
O	2	2	R$ 7.029,57	R$ 7.802,82	0,0	R$ 773,25
P	4	3	R$ 6.500,03	R$ 7.085,04	1	R$ 585,00
Q	2	1,5	R$ 1.720,99	R$ 1.927,50	0,5	R$ 206,52
R	2	1	R$ 1.548,89	R$ 1.657,31	1	R$ 108,42
S	2	1	R$ 1.032,59	R$ 1.104,87	1	R$ 72,28
TOTAL			**R$ 133.243,88**	**R$ 144.802,82**	**15**	

Quadro 5: *Trade-off* da Relação Tempo x Custo
Fonte: a autora.

O Quadro 5 indica que uma redução em 15 semanas ocasiona um aumento R$ 11.558.94 ao custo inicial de R$ 133.243,88. Aumento este que pode ser considerado um prejuízo momentâneo devido ao aumento dos custos, porém a entrega antecipada de uma obra num cenário de inúmeros atrasos como ocorre na construção civil, possibilita à empresa construir uma imagem sólida no mercado, gerando um número maior de clientes, e consequentemente, aumento nos lucros a um longo prazo.

4.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Na Simulação de Monte Carlo, são utilizadas distribuições de probabilidades que geram eventos aleatórios a partir do desempenho real do sistema. Mediante o cronograma, o prazo previsto para término das obras é 66 semanas, porém a partir das análises revelou-se que o projeto pode ser concluído em 34 semanas, isto é, 32 semanas reduzidas considerando atividades paralelas.

A simulação realizará 1.000 iterações, considera como células variáveis o tempo de duração de cada atividade, com distribuição normal e assumindo desvio-padrão igual a 2. Como

resultado obteremos o tempo em que o projeto será executado, os caminhos críticos e o erro da simulação.

A função utilizada para o cálculo da duração das atividades é a INV.NORM do *software* Excel, ela retorna o inverso da distribuição cumulativa normal. Para as probabilidades foram gerados números aleatórios e o desvio-padrão assumiu-se como 2, em seguida, determina-se o PDI (Cedo) a partir da soma da duração da atividade atual e da primeira data de início, o inverso se aplica ao cálculo do UDI(tarde) que corresponde à subtração da duração da última data posterior e a duração da atividade.

Após todas as atividades serem calculadas, a média das iterações é retornada, bastando somente encontrar o erro que é corresponde a subtração da duração real pela simulada. As atividades com folgas iguais a zero, correspondem ao caminho crítico. O Quadro 5 ilustra o resultado obtido com a Simulação.

INÍCIO	Cedo / Tarde	Real	Simulação	Erro	Caminho Crítico
A	Duração	2	1,99	1%	1,99
	Cedo		0,00		
	Tarde		0,00		
	Folga total		0,0000		
B	Duração	4	3,99	1%	3,99
	Cedo		1,99		
	Tarde		1,99		
	Folga total		0,00		
C	Duração	4	3,99	1%	
	Cedo		5,98		
	Tarde		23,00		
	Folga total		17,02		
D	Duração	3	2,99	1%	
	Cedo		5,98		
	Tarde		9,99		
	Folga total		4,01		
E	Duração	3	2,99	1%	2,99
	Cedo		5,98		
	Tarde		6,00		
	Folga total		0,02		
F	Duração	3	2,99	1%	
	Cedo		8,97		
	Tarde		10,00		
	Folga total		1,02		
G	Duração	4	3,99	1%	3,99
	Cedo		8,97		
	Tarde		9,00		
	Folga total		0,02		
H	Duração	2	1,99	1%	
	Cedo		5,98		
	Tarde		28,99		
	Folga total		23,00		
I	Duração	3	2,99	1%	
	Cedo		7,97		
	Tarde		30,98		
	Folga total		23,00		
J	Duração	6	5,99	1%	
	Cedo		8,97		
	Tarde		27,98		
	Folga total		19,00		
K	Duração	12	11,99	1%	11,99
	Cedo		12,98		
	Tarde		12,99		
	Folga total		0,01		
L	Duração	3	2,99	1%	
	Cedo		9,97		
	Tarde		26,99		
	Folga total		17,02		
M	Duração	3	2,99	1%	2,99
	Cedo		24,97		
	Tarde		24,98		
	Folga total		0,01		
N	Duração	2	1,99	1%	
	Cedo		12,97		
	Tarde		29,99		
	Folga total		17,02		
O	Duração	2	1,99	1%	
	Cedo		27,97		
	Tarde		31,98		
	Folga total		4,01		
P	Duração	4	3,99	1%	3,99
	Cedo		27,97		
	Tarde		27,99		
	Folga total		0,02		
Q	Duração	2	1,99	1%	
	Cedo		12,02		
	Tarde		29,99		
	Folga total		17,97		
R	Duração	2	1,99	1%	
	Cedo		27,97		
	Tarde		31,98		
	Folga total		4,01		
S	Duração	2	1,99	1%	1,99
	Cedo		31,97		
	Tarde		31,98		
	Folga total		0,01		
FIM	Cedo		33,97		
	Tarde		33,97		
	Folga total		0,00		

Quadro 6: Resultado da Simulação do Projeto

A partir dos resultados obtidos com a Simulação de Monte Carlo, revela-se que com uma probabilidade de 99% o projeto pode ser concluído na semana 33,97 ou em 34 semanas, conforme o caminho crítico. Com este recurso o gestor é capaz de alterar os dados do problema quantas vezes forem necessárias, e, após isso executar o método PERT/CPM novamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou uma forma de abordagem para a gestão de processos na construção civil. As atividades de cada processo foram estudadas, e aplicou-se a metodologia PERT/CPM, o que possibilitou encontrar o caminho crítico da rede, bem como as folgas existentes em cada etapa. Esta ferramenta quando elaborada de acordo com as características *in loco* representa de forma visual e precisa a sequência de atividades determinantes para a execução de um projeto, bem como estima sua probabilidade.

Por intermédio do diagrama de redes foi possível otimizar o tempo de duração do projeto para 34 semanas realizando etapas independentes de maneira simultânea, não obstante uma diminuição no cronograma geraria um aumento de R$ 11.558,94 um valor muito atrativo quando se busca consolidação maior no mercado e a Simulação de Monte Carlo só comprovou que a chance do projeto terminar em 34 semanas era de 99%.

Analisando os resultados nota-se que a união do PERT/CPM e Monte Carlo é extremamente útil e poderosa para solução de problemas com um grande número de atividades paralelas, e que apresentam pontos de interdependência. A grande vantagem do PERT/CPM é a possibilidade de compreender as fases do projeto; o sequenciamento das atividades, servindo como guia para verificação e controle das fases.

Finalmente, compreende um método de controle de processos que integra e abrange todas as operações de desenvolvimento de produção, podendo ajudar muitos gestores a atingirem suas metas de produção, possibilitando a conciliação com a produção real.

Como trabalho futuro pode-se adicionar à ferramenta, custo marginal, os efeitos da inflação e riscos no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. F. S. P.; STHEPHAN, C. **Análise de Investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

ALARCÓN, Luis F.; MARDONES, Daniel A. Improving the design: Construction interface. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6, 1998, Guarujá. **Proceedings: IGLC-6.** Porto Alegre: Ufrgs, 2002. p. 03 - 06. Disponível em: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/AlarconAndMardones.pdf>. Acesso em: 04 maio 2015.

AVILA, A.V. **Planejamento:** O método PERT-CPM. São Paulo, 2000.

BARBOSA JUNIOR, A. C. **A Gestão de Projetos para o Setor da Construção Civil no Brasil.** Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/gestao_projetos_construcao_civil.htm>. Acesso em: 24 mar. 2015.

BATALHA, Manuel Otávio. **Gestão Agroindustrial**: GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BERTÓ, Dalvio José; BEULKE, Rolando. **Gestão de Custos**. 2. Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

BORGES, Juliana Ferreira Barbosa. Gestão de Projetos na Construção Civil. **Especialize,** Goiânia, v. 1, n. 5, p.2-8, jul. 2013.

BRITTO, Waldenir S.F. **Projetos e Avaliação.** Petrolina: AEVSF/FACAPE, 2008. Apostila

BRUNI, Adriano Leal. **A Administração de Custos:** Preços e Lucros. São Paulo: Atlas, 2006.

BUARQUE, Cristovam. **Avaliação Econômica de Projetos.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1984.

CALDAS, Carlos Henrique S. **Sistemas de Planeamento e Controlo Operacionais de Empreendimentos:** a integração tempo, custo e recursos. 1988. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Administração da produção e operações.**11. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

CORDEIRO, Flávia Regina S.. **Orçamento e controle de custos na construção civil.** 2007. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em:

<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia Orcamento e controle de custos na construcao civil.pdf>. Acesso em: 01 maio 2015.

CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O modelo PERT/CPM aplicado a projetos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Riechmann & Affonso Editora, 2000.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção.** Traduzido por Eduardo D'Argord Schaan *et al.* 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DÁVALOS, Ricardo Villarroel. O uso da simulação no desenvolvimento de projetos de conclusão de curso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29, 2001, Florianópolis. **Trabalho MTE010.** Florianópolis: AENGE, 2001. p. 2 - 5. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2001/trabalhos/MTE010.pdf>. Acesso em: 06 maio 2015.

DUFFY, Mary. **Gestão de projetos:** Managing projects. Traduzido por Eduardo Lasserre. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

EHRLICH, Pierre Jacques. **Avaliação e seleção de projetos de investimento:** critérios quantitativos. São Paulo: Atlas, 1979.

ESCUDERO, L. F. **La simulación en la empresa**. Bilbao: Ediciones Deusto, 1973.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**: Um processo de melhoria contínua. São Paulo: Editora Nobel, 1998.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio S.**Noções de Orçamento e Planejamento de Obras.** São Leopoldo: Grancursos, 2008. Apostila. Disponível em: <http://www.grancursos.com.br/novo/upload/ORCAMENTO_PLANEJAMENTO_OBRAS_14_05_2010_20100514171559.pdf>. Acesso em: 07 maio 2015.

HAGA, Wayne A.; O'KEEFE, Tim. Crashing PERT Networks: A Simulation Approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ACADEMY OF BUSINESS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES CONFERENCE, 4. 2001, Quebec City. **Proceeding.** Quebec City: University Of North Dakota, 2001. p. 4 - 5. Disponível em:<http://www.inf.ufsc.br/~dovicchi/pos-ed/pos/gerti/artigos/Haga_CrashPertNet.pdf>. Acesso em: 06 maio 2015.

HAMMERSLEY, J.M; HANDSCOMB, D. C. **Monte Carlo methods**. London: Methuen, 1964.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to Operations Research.** 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. 1214p.

LUIZ, E. L. A. **Otimização da Relação Tempo-Custo na construção civil: um estudo de caso.** Ribeirão Preto: USP, 2011.

LUSTOSA, P.R.B.; PONTE, V.M.R. & DOMINAS, W.R. Simulação In:CORRAR, L.J.; THEOFILO, C.R. & BERGMANN, D.R. Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração: Contabilometria. São Paulo: Atlas, 2004.

MAHER, Michael**. Contabilidade de Custos**: criando valor para a administração. São Paulo: Atlas, 2001.

MARQUES, Albertino. **Concepção e Análise de Projetos de Investimento.** 4. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2014.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos.** 10. Ed.. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção.** Trad. Cláudia Freire, Lucas Marcelo Ferretti Yassumura, Monica Rosali Rosemberg. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAXIMIANO, Antônio César Amaru. **Introdução à Administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MEIRELLES, José Luís Faria. **A teoria de opções reais como instrumento de avaliação de projetos de investimento.** 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MONTEIRO, A. S. SANTOS, R. C. A. **Planejamento e Controle na construção civil, utilizando alvenaria estrutural.** Belém: UNAMA, 2010.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomia.** 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

RAMOS, Rodrigo. **Sistemas.** Universidade Federal do Vale São Francisco, 2009.

REBELATTO, Daysi Nascimento. **Projeto de investimento**. Barueri: Manole, 2004.

SANCHES, Alexandre Leme; RIBEIRO, Douglas de Almeida; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. Estudo comparativo entre operações básicas envolvendo números fuzzy e varáveis aleatórias, ambos em formato triangular. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 38, 2006, Goiânia. **Anais.** Goiânia: SBPO, 2006. p. 05 - 12.

SCHAPPO, Adriano José. **Um método utilizando simulação discreta e projeto experimental para avaliar o fluxo na manufatura enxuta.** 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89075/228512.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 maio 2015.

PRADO, Darci. **Administração de Projetos com PERT/CPM.** 2. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1988. cap. 1.

SILVA, J. B. V. **Planejamento e Gerenciamento de Obras.** Disponível em: < http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento_e_gerenciamento_de_obras.htm>. Acesso em: 11 mar. 2015.

SHAMBLIN, J. E.; STEVENS, G. T. **Operations research:** a fundamental approach. New York: McGraw-Hill, 1974.

SOUZA, Acilon B. **Projetos de Investimento de Capital**: Elaboração, Análise e Tomada de Decisão. São Paulo: Atlas, 2003.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de Custos aplicada à Construção Civil.** 2014. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011477.pdf>. Acesso em: 03 maio 2015.

VILCAPOMA, A. A. I. *et al.* Uso da Simulação de Monte Carlo em projetos de construção de rodovias no norte fluminense. p. 872-882 . In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 17. 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: BLUCHER, 2014. p. 3-4.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, Planejamento, e custos de obras**. São Paulo: FUPAM/FAUUSP, 2008. Apostila.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos:** Uma abordagem prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ZAGO, Ana Pinheiro *et. al*. **Área Temática**: Finanças Cálculo Do Ponto De Equilíbrio em Condições de Risco e Incerteza. Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

ANEXO I- CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO RESIDENCIAL DE DOIS PAVIMENTOS

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO OBRA RESIDENCIAL DE DOIS PAVIMENTOS			
Etapas	**Custo**		**Semanas**
Canteiro	R$	5.153,03	2
Fundação	R$	15.459,09	4
Estrutura/ Pavimento térreo	R$	14.946,11	4
Alvenaria /Térreo	R$	5.030,38	3
Estrutura/Pavimento Superior	R$	9.041,80	3
Alvenaria/ Pavimento Superior	R$	3.071,30	3
Cobertura	R$	14.297,43	4
Instalação Hidráulica/ Esgoto e águas pluviais	R$	4.633,42	2
Hidráulica/ Água fria	R$	3.163,97	3
Instalação Elétrica	R$	13.688,46	6
Paredes e tetos	R$	11.100,36	12
Pisos	R$	5.977,12	3
Acabamento Paredes	R$	5.909,60	3
Acabamento Pisos	R$	3.939,74	2
Louças e Metais	R$	7.029,57	2
Pintura	R$	6.500,03	4
Vidros	R$	1.720,99	2
Paisagismo	R$	1.548,89	2
Limpeza	R$	1.032,59	2
	R$ 133.243,88		66

ANEXO II- SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

INÍCIO	Cedo	Real	Simulação	Erro	Caminho Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tarde					0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
A	Duração	2	1,99	1%	1,99	3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		0,00			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tarde		0,00			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
	Folga total		0,0000			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
B	Duração	4	3,99	1%	3,99	5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
	Cedo		1,99			3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Tarde		1,99			3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Folga total		0,00			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
C	Duração	4	3,99	1%		5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
	Cedo		5,98			9,74216	9,91299	9,99046	17,90229	2,56700	7,35572	9,41932	-0,94926	-1,70582	7,80130	4,53092	1,29915	5,17620	-0,05081	
	Tarde		23,00			30,48433	30,82598	30,98093	46,80458	16,13399	25,71144	29,83985	9,10149	7,58835	26,60260	20,06184	13,59830	21,35241	10,89839	
	Folga total		17,02			20,74216	20,91299	20,99046	28,90229	13,56700	18,35572	20,41992	10,05074	9,29418	18,80130	15,53092	12,29915	16,17620	10,94919	
D	Duração	3	2,99	1%		4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		5,98			9,74216	9,91299	9,99046	17,90229	2,56700	7,35572	9,41932	-0,94926	-1,70582	7,80130	4,53092	1,29915	5,17620	-0,05081	
	Tarde		3,99			15,61325	15,86948	15,98569	27,85343	4,85049	12,03358	15,12989	-0,42389	-1,55874	12,70195	7,79638	2,94873	8,76430	0,92379	
	Folga total		4,01			5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
E	Duração	3	2,99	1%	2,99	4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		5,98			9,74216	9,91299	9,99046	17,90229	2,56700	7,35572	9,41932	-0,94926	-1,70582	7,80130	4,53092	1,29915	5,17620	-0,05081	
	Tarde		6,00			9,74216	9,91299	9,99046	17,90229	2,56700	7,35572	9,41932	-0,94926	-1,70582	7,80130	4,53092	1,29915	5,17620	-0,05081	
	Folga total		0,02			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
F	Duração	3	2,99	1%		4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		8,97			14,61325	14,86948	14,98569	26,85343	3,85049	11,03358	14,12989	-1,42389	-2,55874	11,70195	6,79638	1,94873	7,76430	-0,07621	
	Tarde		10,00			15,61325	15,86948	15,98569	27,85343	4,85049	12,03358	15,12989	-0,42389	-1,55874	12,70195	7,79638	2,94873	8,76430	0,92379	
	Folga total		1,02			1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	
G	Duração	4	3,99	1%	3,99	5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
	Cedo		8,97			14,61325	14,86948	14,98569	26,85343	3,85049	11,03358	14,12989	-1,42389	-2,55874	11,70195	6,79638	1,94873	7,76430	-0,07621	
	Tarde		9,00			14,61325	14,86948	14,98569	26,85343	3,85049	11,03358	14,12989	-1,42389	-2,55874	11,70195	6,79638	1,94873	7,76430	-0,07621	
	Folga total		0,02			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
H	Duração	2	1,99	1%		3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		5,98			9,74216	9,91299	9,99046	17,90229	2,56700	7,35572	9,41932	-0,94926	-1,70582	7,80130	4,53092	1,29915	5,17620	-0,05081	
	Tarde		28,99			40,22649	40,73896	40,97139	64,70687	18,70099	33,06716	39,25977	8,15223	5,88253	34,40391	24,59276	14,89746	26,52861	10,84758	
	Folga total		23,00			30,48433	30,82598	30,98093	46,80458	16,13399	25,71144	29,83985	9,10149	7,58835	26,60260	20,06184	13,59830	21,35241	10,89839	
I	Duração	3	2,99	1%		4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		7,97			13,61325	13,86948	13,98569	25,85343	2,85049	10,03358	13,12989	-2,42389	-3,55874	10,70195	5,79638	0,94873	6,76430	-1,07621	
	Tarde		30,98			44,09757	44,63546	44,96662	72,65801	18,98449	35,74502	42,96973	6,67760	4,02962	37,30456	25,85822	14,54703	28,11671	9,82218	
	Folga total		23,00			30,48433	30,82598	30,98093	46,80458	16,13399	25,71144	29,83985	9,10149	7,58835	26,60260	20,06184	13,59830	21,35241	10,89839	
J	Duração	6	5,99	1%		7,87108	7,95649	7,99523	11,95114	4,28350	6,67786	7,70996	2,52537	2,14709	6,90065	5,26546	3,64958	5,58810	2,97460	
	Cedo		8,97			14,61325	14,86948	14,98569	26,85343	3,85049	11,03358	14,12989	-1,42389	-2,55874	11,70195	6,79638	1,94873	7,76430	-0,07621	
	Tarde		27,98			41,09757	41,63546	41,96662	69,65801	15,98449	32,74502	39,96973	3,67760	1,02962	34,30456	22,85822	11,54703	25,11671	6,82218	
	Folga total		19,00			26,48433	26,82598	26,98093	42,80458	12,13399	21,71144	25,83985	5,10149	3,58835	22,60260	16,06184	9,59830	17,35241	6,89839	
K	Duração	12	11,99	1%	11,99	13,87108	13,95649	13,99523	17,95114	10,28350	12,67786	13,70996	8,52537	8,14709	12,90065	11,26546	9,64958	11,58810	8,97460	
	Cedo		12,98			20,48433	20,82598	20,98093	36,80458	6,13399	15,71144	19,83985	-0,89851	-2,41165	16,60260	10,06184	3,59830	11,35241	0,89839	
	Tarde		12,99			20,48433	20,82598	20,98093	36,80458	6,13399	15,71144	19,83985	-0,89851	-2,41165	16,60260	10,06184	3,59830	11,35241	0,89839	
	Folga total		0,01			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
L	Duração	3	2,99	1%		4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		9,97			15,61325	15,86948	15,98569	27,85343	4,85049	12,03358	15,12989	-0,42389	-1,55874	12,70195	7,79638	2,94873	8,76430	0,92379	
	Tarde		26,99			36,35541	36,78247	36,97616	56,75572	18,41749	30,38930	35,54981	9,62686	7,73544	31,50326	23,32730	15,24788	24,94051	11,87298	
	Folga total		17,02			20,74216	20,91299	20,99046	28,90229	13,56700	18,35572	20,41992	10,05074	9,29418	18,80130	15,53092	12,29915	16,17620	10,94919	
M	Duração	3	2,99	1%	2,99	4,87108	4,95649	4,99523	8,95114	1,28350	3,67786	4,70996	-0,47463	-0,85291	3,90065	2,26546	0,64958	2,58810	-0,02540	
	Cedo		24,97			34,35541	34,78247	34,97616	54,75572	16,41749	28,38930	33,54981	7,62686	5,73544	29,50326	21,32730	13,24788	22,94051	9,87298	
	Tarde		24,98			34,35541	34,78247	34,97616	54,75572	16,41749	28,38930	33,54981	7,62686	5,73544	29,50326	21,32730	13,24788	22,94051	9,87298	
	Folga total		0,01			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
N	Duração	2	1,99	1%		3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		12,97			20,48433	20,82598	20,98093	36,80458	6,13399	15,71144	19,83985	-0,89851	-2,41165	16,60260	10,06184	3,59830	11,35241	0,89839	
	Tarde		29,99			41,22649	41,73896	41,97139	65,70687	19,70099	34,06716	40,25977	9,15223	6,88253	35,40391	25,59276	15,89746	27,52861	11,84758	
	Folga total		17,02			20,74216	20,91299	20,99046	28,90229	13,56700	18,35572	20,41992	10,05074	9,29418	18,80130	15,53092	12,29915	16,17620	10,94919	
O	Duração	2	1,99	1%		3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		27,97			39,22649	39,73896	39,97139	63,70687	17,70099	32,06716	38,25977	7,15223	4,88253	33,40391	23,59276	13,89746	25,52861	9,84758	
	Tarde		31,98			45,09757	45,69546	45,96662	73,65801	19,98449	36,74502	43,96973	7,67760	5,02962	38,30456	26,85822	15,54703	29,11671	10,82218	
	Folga total		4,01			5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
P	Duração	4	3,99	1%	3,99	5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
	Cedo		27,97			39,22649	39,73896	39,97139	63,70687	17,70099	32,06716	38,25977	7,15223	4,88253	33,40391	23,59276	13,89746	25,52861	9,84758	
	Tarde		27,99			39,22649	39,73896	39,97139	63,70687	17,70099	32,06716	38,25977	7,15223	4,88253	33,40391	23,59276	13,89746	25,52861	9,84758	
	Folga total		0,02			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
Q	Duração	2	1,99	1%		3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		12,02			19,48433	19,82598	19,98093	35,80458	5,13399	14,71144	18,83985	-1,42389	-2,55874	15,60260	9,06184	2,59830	10,35241	-0,07621	
	Tarde		29,99			41,22649	41,73896	41,97139	65,70687	19,70099	34,06716	40,25977	9,15223	6,88253	35,40391	25,59276	15,89746	27,52861	11,84758	
	Folga total		17,97			21,74216	21,91299	21,99046	29,90229	14,56700	19,35572	21,41992	10,57611	9,44126	19,80130	16,53092	13,29915	17,17620	11,32379	
R	Duração	2	1,99	1%		3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		27,97			39,22649	39,73896	39,97139	63,70687	17,70099	32,06716	38,25977	7,15223	4,88253	33,40391	23,59276	13,89746	25,52861	9,84758	
	Tarde		31,98			45,09757	45,69546	45,96662	73,65801	19,98449	36,74502	43,96973	7,67760	5,02962	38,30456	26,85822	15,54703	29,11671	10,82218	
	Folga total		4,01			5,87108	5,95649	5,99523	9,95114	2,28350	4,67786	5,70996	0,52537	0,14709	4,90065	3,26546	1,64958	3,58810	0,97460	
S	Duração	2	1,99	1%	1,99	3,87108	3,95649	3,99523	7,95114	0,28350	2,67786	3,70996	-1,47463	-1,85291	2,90065	1,26546	-0,35042	1,58810	-1,02540	
	Cedo		31,97			45,09757	45,69546	45,96662	73,65801	19,98449	36,74502	43,96973	7,67760	5,02962	38,30456	26,85822	15,54703	29,11671	10,82218	
	Tarde		31,98			45,09757	45,69546	45,96662	73,65801	19,98449	36,74502	43,96973	7,67760	5,02962	38,30456	26,85822	15,54703	29,11671	10,82218	
	Folga total		0,01			3,87108	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
FIM	Cedo		33,97			48,96865	49,65195	49,96185	81,60916	20,26798	39,42288	47,67970	6,20297	3,17671	41,20521	28,12368	15,19661	30,70481	9,79677	
	Tarde		33,97			48,96865	49,65195	49,96185	81,60916	20,26798	39,42288	47,67970	6,20297	3,17671	41,20521	28,12368	15,19661	30,70481	9,79677	
	Folga total		0,00			0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
0						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
ALEATÓRIOS						0,82525	0,83602	0,84077	0,99854	0,19538	0,63267	0,80372	0,04117	0,02702	0,67376	0,35671	0,11995	0,41842	0,06518	