



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO
CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL:
ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

ISABELLY CHRISTINY MONTEIRO DE SOUZA PINTO

ANÁLISE DOS RISCOS PRESENTES NOS CUSTOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL PELO MÉTODO MONTE CARLO

FORTALEZA
2017

ISABELLY CHRISTINY MONTEIRO DE SOUZA PINTO

ANÁLISE DOS RISCOS PRESENTES NOS CUSTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PELO MÉTODO MONTE CARLO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof^ª. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.

Coorientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto

FORTALEZA
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P728a Pinto, Isabelly Christiny Monteiro de Souza.
Análise dos riscos presentes nos custos da construção civil pelo Método Monte Carlo / Isabelly Christiny Monteiro de Souza Pinto. – 2017.
86 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2017.

Orientação: Profa. Dra. Vanessa Ribeiro Campos.
Coorientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

1. Monte Carlo. 2. Orçamento. 3. Construção Civil. 4. Empreendimentos. I. Título.

CDD 624.1

ISABELLY CHRISTINY MONTEIRO DE SOUZA PINTO

ANÁLISE DOS RISCOS PRESENTES NOS CUSTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
PELO MÉTODO MONTE CARLO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de mestre. Área de concentração: Construção Civil

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Vanessa Ribeiro Campos (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dra. Mariana Rodrigues de Almeida (Membro externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Ao meu tio (in memorian), Jairton Luiz de Oliveira Pinto, que tanto amei.

A Deus, criador supremo de todas as coisas, por ter me abençoado com o dom da vida e me concedido à realização desta etapa tão importante na minha caminhada acadêmica.

Aos meus pais, Jorge Luiz de Oliveira Pinto e Maria Gilnar Souza Monteiro Pinto, por ter, incansavelmente, lutado para promover a educação de seus filhos, pois para eles esta é a maior riqueza que os pais podem conceder.

Ao meu noivo e grande amigo, José Humberto Dantas de Medeiros, pelo amor, respeito, amizade e paciência.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela minha existência, pela minha família, pelo dom da vida, pela perseverança e pela força espiritual que me concedeu nesta caminhada, e por ter me mostrado sempre um caminho e segurado na minha mão nas horas difíceis que tive durante a realização desta pesquisa;

Especialmente aos meus pais, Maria Gilnar Souza Monteiro Pinto e Jorge Luiz de Oliveira Pinto, por todo amor, amizade, dedicação e apoio pelo tempo que passei distante, por terem sempre me guiado para o melhor caminho da vida;

Aos meus irmãos, pelo carinho, pela atenção que sempre tiveram comigo e por serem meus grandes amigos;

A maior dádiva que Deus me concedeu, José Humberto Dantas de Medeiros, que se tornou o motivo da minha felicidade: meu noivo e melhor amigo;

À Professora Vanessa Ribeiro Campos, por ter sido uma grande orientadora, pela contribuição concedida no aprimoramento deste trabalho, por ter aceitado o grande desafio de me orientar e por compartilhar com muita humildade seus conhecimentos;

Ao professor e Coorientador José de Paula Barros Neto, pela orientação, pela paciência, pela confiança e pelo profissional dedicado que o mesmo mostrou ser;

Aos membros examinadores da banca, Anselmo Ramalho Pitombeira Neto e Mariana Rodrigues de Almeida, pelo tempo dedicado às contribuições que permitiram o aprimoramento deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro de fundamental importância para o alcance desta realização;

À Universidade Federal do Ceará – UFC, em especial aos professores que estiveram presentes durante a minha caminhada na realização desta pesquisa, por terem contribuído de forma direta ou indireta para realização da mesma;

À empresa participante deste estudo pela disponibilidade, assim como os documentos fornecidos ao longo desta pesquisa;

Aos meus amigos e familiares pelo incentivo e pelo companheirismo no decorrer desta caminhada.

RESUMO

Com um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, todo e qualquer empreendimento requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra. Nesse sentido, o controle de custos, obtido a partir do orçamento, consiste na monitoração da execução de ajustes no cronograma a fim de adequá-lo ao plano e fazer os replanejamentos se necessário. Enquanto isso, a avaliação do risco econômico envolvido no sistema de produção permite o planejamento e a execução das atividades considerando as possíveis variações envolvidas. Para avaliação desse risco, a técnica da simulação de Monte Carlo vem sendo empregada, sendo, dentre os métodos que utilizam probabilidade na análise dos riscos, o mais simples e prático. O objetivo geral desta pesquisa consiste em avaliar os riscos que envolvem os custos de um empreendimento residencial de grande porte. Para tanto, como principal estratégia de pesquisa adotou-se a simulação de dados com caráter quantitativo, que propiciará no desenvolvimento de um método que se objetiva em identificar os riscos referentes aos custos de um empreendimento. Essa simulação de dados deu-se devido o setor da construção civil não possuir os dados necessários para o desenvolvimento do modelo através do uso de técnicas computacionais para simular o funcionamento de sistemas produtivos a partir de modelos matemáticos. Como resultado a pesquisa mostrou a análise do orçamento, que por sua vez, foi dividida em três partes: orçamento total; custos indiretos; e custos diretos. Para tanto, realizou-se a simulação com 100.000 iterações com o programa @risk. Considerando o orçamento total, verificou-se 48,1% de probabilidade do orçamento ocorrer dentro do intervalo de confiança. Nesse caso, considerou-se uma análise de sensibilidade composta por três cenários, em que apenas os cenários I e III tornaram-se boas alternativas para melhoria do orçamento. Para os custos indiretos, averiguou-se uma probabilidade de apenas 11% dos custos ocorrerem dentro do intervalo de confiança. Para tanto fez-se uso de um único cenário, que refletiu uma probabilidade de 42,2%. Para os custos indiretos sem ajustes verificou-se uma probabilidade de 61,8%. Nesta análise considerou-se dois cenários, mas os mesmos não se apresentaram de maneira positiva. Diante dos resultados apresentados é possível concluir que o principal fator que leva o orçamento total a uma probabilidade relativamente baixa está relacionado as grandes variações apresentadas nas atividades dos custos indiretos. Contudo, é possível concluir sobre a análise de riscos que quanto maior a severidade (impacto), menor a probabilidade de ocorrência, e conseqüentemente maior será o risco desse orçamento. Diante dos resultados exibidos, o modelo apresentou-se como uma boa alternativa para auxiliar os futuros empreendedores na tomada de decisão.

Palavras-chaves: Monte Carlo, Orçamento, Construção Civil, Empreendimentos.

ABSTRACT

With an increasingly competitive market and a very demanding consumer, every venture requires an economic feasibility study, a detailed budget and a rigorous physical-financial monitoring of the work. In this sense, cost control, obtained from the budget, consists of monitoring the execution of adjustments in the schedule in order to adapt it to the plan and to do the redesignations if necessary. Meanwhile, the evaluation of the economic risk involved in the production system allows the planning and execution of the activities considering the possible variations involved. To evaluate this risk, the Monte Carlo simulation technique has been employed, being the most simple and practical among the methods that use probability in the risk analysis. The overall objective of this research is to evaluate the risks that involve the costs of a large residential project. For this purpose, the main research strategy was the simulation of quantitative data, which will allow the development of a method that aims at identifying the risks related to the costs of an enterprise. This simulation of data was due to the construction sector not having the necessary data for the development of the model through the use of computational techniques to simulate the operation of productive systems from mathematical models. As a result the research showed the analysis of the budget, which in turn was divided into three parts: total budget; indirect costs; And direct costs. For that, the simulation was performed with 100,000 iterations with the program @risk. Considering the total budget, there was a 48.1% probability of the budget occurring within the confidence interval. In this case, it was considered a sensitivity analysis composed of three scenarios, in which only scenarios I and III became good alternatives for improving the budget. For indirect costs, a probability of only 11% of the costs occurred within the confidence interval. For this purpose, a single scenario was used, which reflected a probability of 42.2%. For indirect costs without adjustments, a probability of 61.8% was found. In this analysis two scenarios were considered, but they did not present themselves in a positive way. Given the results presented, it is possible to conclude that the main factor that leads the total budget to a relatively low probability is related to the large variations presented in indirect costs activities. However, it is possible to conclude from the risk analysis that the greater the severity (impact), the lower the likelihood of occurrence, and consequently the greater the risk of that budget. Given the results presented, the model presented as a good alternative to help future entrepreneurs in decision making.

Keywords: Monte Carlo, Budget, Construction, Enterprises.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fases do empreendimento da organização.....	18
Figura 2 -	Contexto do processo de orçamentação da obra.....	20
Figura 3 -	Classificação dos orçamentos.....	21
Figura 4 -	Estágios do ciclo de vida de um projeto.....	22
Figura 5 -	Processo de planejamento do gerenciamento de riscos.....	27
Figura 6 -	Estrutura analítica de riscos.....	29
Figura 7 -	Processo de análise qualitativa de riscos.....	30
Figura 8 -	Análise quantitativa de riscos.....	31
Figura 9 -	Processo de análise quantitativa de riscos.....	31
Figura 10 -	Etapas para elaboração do modelo.....	38
Figura 11 -	Tipos de distribuições de probabilidades.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo de gerenciamento de riscos.....	33
Quadro 2 - Estudos na área de gerenciamento de riscos.....	34
Quadro 3 - Casos práticos de utilização do Método Monte Carlo.....	36

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 -	Apresentação dos cenários verificados na análise proposta.....	48
Tabela 2 -	Atividades ajustadas para compor o cenário I do Orçamento Total....	50
Tabela 3 -	Apresentação dos dados obtidos no cenário I.....	51
Tabela 4 -	Atividades ajustadas para compor o cenário II.....	52
Tabela 5 -	Apresentação dos dados obtidos no cenário II.....	54
Tabela 6 -	Atividades ajustadas para compor o cenário III.....	54
Tabela 7 -	Apresentação dos dados obtidos no cenário III.....	56
Tabela 8 -	Resumos dos resultados obtidos na análise do Orçamento Total.....	56
Tabela 9 -	Apresentação do cenário verificado na análise proposta para os custos indiretos.....	60
Tabela 10-	Atividades ajustadas para compor o cenário I dos custos indiretos...	61
Tabela 11-	Apresentação dos dados obtidos no cenário II.....	62
Tabela 12-	Apresentação dos cenários verificados na análise proposta para os custos diretos.....	65
Tabela 13-	Atividades ajustadas para compor o cenário I.....	66
Tabela 14-	Apresentação dos dados obtidos no cenário I.....	68
Tabela 15-	Atividades ajustadas para compor o cenário II.....	68
Tabela 16-	Apresentação dos dados obtidos no cenário II.....	70
Tabela 17-	Resumos dos resultados obtidos na análise do Orçamento Total.....	70
Tabela 18-	Resumos dos resultados da pesquisa referentes a probabilidade de ocorrência.....	74

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Intervalo de confiança para ocorrência do orçamento estimado.....	47
Gráfico 2 -	Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança.....	47
Gráfico 3 -	Valor do Orçamento Total X Probabilidade.....	48
Gráfico 4 -	Orçamento total após ajustes proposto no cenário I.....	50
Gráfico 5 -	Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I.....	51
Gráfico 6 -	Orçamento total após ajustes proposto no cenário II.....	53
Gráfico 7 -	Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário II.....	53
Gráfico 8 -	Orçamento total após ajustes proposto no cenário III.....	55
Gráfico 9 -	Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário III.....	55
Gráfico 10 -	Análise dos custos totais quanto à probabilidade e severidade do risco.....	58
Gráfico 11 -	Intervalo de confiança para ocorrência do custos indiretos estimado.....	59
Gráfico 12 -	Probabilidade dos custos indiretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança.....	59
Gráfico 13 -	Valor do Custos Indiretos X Probabilidade.....	60
Gráfico 14 -	Intervalo de confiança dos custos indiretos após ajustes do cenário I.....	61
Gráfico 15 -	Probabilidade dos custos indiretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I.....	62
Gráfico 16 -	Análise dos custos indiretos quanto à probabilidade e severidade do risco.....	63
Gráfico 17 -	Intervalo de confiança para ocorrência dos custos diretos estimado.....	64
Gráfico 18 -	Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança.....	64
Gráfico 19 -	Valor do Custos diretos X Probabilidade.....	65
Gráfico 20 -	Intervalo de confiança dos custos diretos após ajustes do cenário I.....	67
Gráfico 21 -	Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I.....	67
Gráfico 22 -	Intervalo de confiança dos custos diretos após ajustes do cenário I.....	69
Gráfico 23 -	Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário II.....	69
Gráfico 24 -	Análise dos custos indiretos quanto à probabilidade e severidade do risco.....	71

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

CAE - Consequências Adversas de um Evento

POE - Probabilidade de Ocorrência de um Evento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Justificativa da pesquisa.....	15
1.2	Objetivos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Gerenciamento de projetos da construção civil.....	18
2.2	Gerenciamento de custos de um empreendimento.....	23
2.2.1	<i>Definição de custos.....</i>	<i>23</i>
2.2.2	<i>Sistemas de gestão e controle de custos de empreendimentos.....</i>	<i>24</i>
2.2.3	<i>Viabilidade de custos.....</i>	<i>25</i>
2.3	Gerenciamento de riscos de um empreendimento.....	25
2.3.1	<i>Definição de riscos.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Etapas do gerenciamento de riscos.....</i>	<i>27</i>
2.3.3	<i>Avaliação e gestão do Risco.....</i>	<i>32</i>
2.3.4	<i>Modelos de gerenciamento de riscos.....</i>	<i>33</i>
2.4	Simulação Monte Carlo.....	34
3	METODOLOGIA.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1	Orçamento total.....	46
4.2	Custos indiretos.....	58
4.3	Custos diretos.....	63
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
	REFERÊNCIAS.....	75
	APÊNDICE A.....	81
	APÊNDICE B.....	84

1 INTRODUÇÃO

Para as empresas da construção civil, as informações de custo vêm se tornando muito importantes. Isso se deve ao fato que o setor engloba um produto final que representa um grande investimento, tanto para as empresas quanto para seus clientes. Com isso, a etapa de orçamento um empreendimento torna-se fator crítico antes que a edificação seja projetada em detalhes e que os contratos de venda e de fornecimento sejam firmados (AZEVEDO *et al.*, 2011).

Nesse sentido, o controle de custos corresponde ao acompanhamento da execução de ajustes no cronograma da obra com a finalidade de adequá-lo ao plano e fazer os replanejamentos caso seja necessário. E ainda consiste numa análise gerencial que pode e deve ser desempenhada antes, durante ou após a produção de bens e serviços (VALERIANO, 2005).

Aliado ao controle de custos é imprescindível também realizar a verificação dos riscos oriundos dessa fase. Onde a avaliação do risco econômico envolvido no sistema de produção auxilia no planejamento e na execução das atividades respeitando as possíveis variações envolvidas. Esse risco pode ser avaliado através do método da simulação de Monte Carlo, que por sua vez, vem sendo bastante empregado, correspondendo, dentre os métodos que utilizam probabilidade na análise dos riscos, o mais simples e prático (PERES *et al.*, 2004).

Assim, vale salientar que os riscos e incertezas são inerentes a todos os trabalhos de construção independentemente do tamanho do empreendimento. Embora o tamanho pode ser uma das principais causas de risco, outros fatores abrangem a complexidade, a velocidade de construção, a localização do projeto e a tecnologia utilizada. A engenharia cada vez mais progride com a implantação de projetos de grande porte, sendo muitos, de alto risco. O sucesso ou fracasso de qualquer empreendimento depende de como esses riscos são manipulados. A necessidade de identificação desses riscos, estimativa do seu impacto, controle e análises das suas interações dentro de uma estrutura de gerenciamento vem sendo explorada mais nos últimos anos (GAY; OGUNLANA, 2005).

O método de Monte Carlo consiste na simulação do valor futuro dos ativos, sendo indicado quando as abordagens histórica e paramétrica não são apropriadas. Esse método vem sendo cada vez mais utilizado, não somente no gerenciamento de risco, mas também em diversas áreas financeiras. Essa ampla utilização ocorre, principalmente, pela

liberdade na modelagem do problema, avaliação de perguntas do tipo "e se?" e análise de problemas em que o conhecimento das variáveis envolvidas é parcial (MALETTA, 2005).

Diante do exposto, pretende-se desenvolver um modelo baseado em métodos matemáticos que vise a identificação de riscos para facilitar o gerenciamento da etapa que se refere aos custos de um empreendimento.

1.1 Justificativa da pesquisa

O tema apresentado compõe um dos mais importantes assuntos que englobam a construção civil: o controle de custos da produção. Esse controle está fundamentado na identificação de variações negativas entre os custos estimados e os custos realizados.

O termo 'custos' vem se tornando bastante importante para construção civil. Isso ocorreu, principalmente depois da década de 80, com modificações indispensáveis que passaram a ocorrer no panorama do mercado nacional. Dentre essas destaca-se a escassez de recursos públicos para realizar o financiamento de empreendimentos, a redução significativa na oferta de obras públicas, a queda do poder de compra da classe média e baixa e o surgimento de consumidores mais exigentes em busca sempre de melhor preço e maior qualidade dos produtos (ASSUMPCÃO, 2003).

A partir de uma investigação detalhada acerca dos custos, é possível reduzir desvios que impactam na lucratividade do empreendimento ou até mesmo desvios significantes, que poderiam inviabilizar a continuidade da execução de uma obra (TAS; YAMAN, 2005).

Considerando a evolução que se tem verificado nos mercados econômicos a nível mundial nos últimos anos, com grande influência na indústria da construção, as empresas têm-se deparado com a necessidade de aplicarem margens de lucro cada vez mais reduzidas, para fazer face à crescente competitividade que advém da abertura do setor a um mercado global (ESTRELA, 2008).

Portanto, se torna importante destacar que a maioria das empresas do setor da construção civil encontra grande dificuldade em estimar probabilidades e impactos dos riscos inerentes a este ramo, tendo em vista a escassez de bancos de dados consistentes na maioria destas organizações, sobre o histórico de gerenciamento de riscos em projetos similares (ALMEIDA; MOTA, 2008). É fundamental enfatizar que uma melhor compreensão sobre o gerenciamento de riscos corresponde a um fator que possibilitará as empresas a se tornarem competitivas no mercado econômico.

Vergara, Teixeira e Yamanari (2017) apresentaram uma ideia de que através do gerenciamento das incertezas é perfeitamente possível prever as perdas de uma determinada atividade, oriundas de orçamentos não previstos. Para eles, a gestão de risco é realizada por meio da adoção de políticas e metodologias que permitem um melhor gerenciamento dos riscos que se apresentam no uso dos recursos materiais e humanos, de capital e tempo.

Nesse sentido, Nunes, Mendes Júnior e Rodrigues (2016) verificaram que nas pequenas empresas a ineficiência na gestão de riscos ocasiona perdas significativas ao projeto, incluindo custos com recursos humanos, atrasos nos prazos estabelecidos e aumentos dos custos e perdas com erros de cálculos de projeto. E ainda perceberam que a utilização das planilhas eletrônicas como ferramentas para o gerenciamento de riscos na empresa objeto de estudo é eficaz e válida, visto que a empresa objeto de estudo apresentou perdas relativamente menores às apresentadas sem o modelo de gestão referido.

Em outra vertente, Carvalho e Rabechini Júnior (2015) argumentam que os riscos podem ser agrupados por outros critérios, utilizando-se diagramas de afinidades, causa-raiz e outros métodos. É comum, e normalmente necessário, organizar legalmente a forma de associação para se empreender um ou mais projetos imobiliários. Nesta perspectiva, Taillandier *et al.* (2015), averiguou que quanto maior o número de participantes, maior a complexidade do negócio, formando interfaces que acabam por aumentar os riscos envolvidos.

Considerando que investidores sem conhecimentos técnicos também podem fazer parte das fontes de recurso para a indústria da construção civil, faz-se conveniente que estes conheçam os riscos envolvidos nos segmentos do setor que operam. Para isso, os autores demonstraram atenção aos riscos incorridos por estes investidores (FIGUEIREDO; CATARINA, 2016).

Diante do exposto, torna-se de grande relevância um estudo referente ao gerenciamento eficaz de custos, relacionando-o com o planejamento, controle das atividades/serviços do empreendimento e identificação dos riscos inerentes a essa etapa.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa consiste em avaliar os riscos que envolvem os custos de um empreendimento residencial.

E como objetivos específicos o trabalho, têm-se:

- ✓ Determinar a severidade e probabilidade para o custo total, custos indiretos e custos diretos;
- ✓ Realizar análise de cenários com intuito de verificar quais atividades apresentam maiores impactos no orçamento.

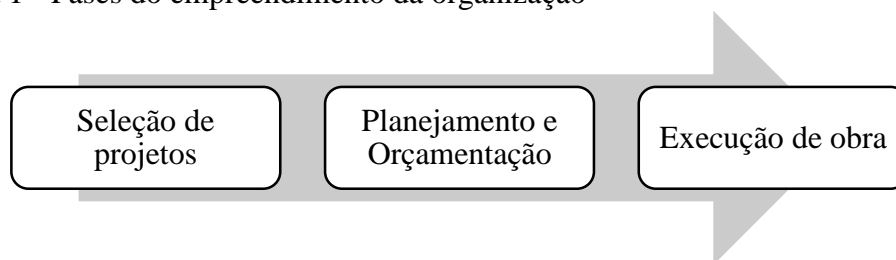
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gerenciamento de projetos da construção civil

O gerenciamento de projetos da construção civil abrange um série de atividades, que podem ser melhor compreendidas na análise do ciclo de vida. A mesma possibilita novas perspectivas referentes aos processos construtivos e os caminhos para minimizar os seus impactos. Isso pode ser demonstrado através da visualização das relações entre custos, tomada de decisão e impactos ambientais. Os investimentos em empreendimentos da construção estão, intimamente, relacionados a tomada de decisões ao longo de todas as fases do processo imobiliário (COSTA, 2012).

Os autores Han *et al.* (2007) afirmam que o empreendimento é dividido em fases que representam o ciclo de vida do projeto. As mesmas são demonstradas na Figura 1.

Figura 1 - Fases do empreendimento da organização



Fonte: Han *et al.* (2007).

O processo de projeto é um dos fluxos que faz parte do plano financeiro de um empreendimento de construção (BULHÕES; PICCHI, 2013). O projeto pode ser definido como o processo que, por meio de dados de entrada (necessidade dos clientes), deve apresentar ao final um produto que traga soluções para essas necessidades (DURANTE *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a etapa de projetos corresponde ao primeiro passo de qualquer empreendimento, com grande influência sobre os demais processos construtivos e produto final. Consiste, assim, em uma das mais importantes fases, pois é quando o produto é concebido, necessitando que todos os requisitos, necessidades e expectativas do cliente sejam identificados e traduzidos em linguagem apropriada para a execução (TZORTZOPOULOS *et al.*, 1998).

É imprescindível destacar que a consideração do risco de alterações não previstas nos projetos faz com que seja incluído um acréscimo de preço nos contratos, ocasionando

uma situação problemática do ponto de vista de ambas as partes do negócio. Na perspectiva do cliente, o construtor pode se comportar de forma oportunista; por outro lado, sob o ponto de vista do construtor, o acréscimo acordado pode não cobrir efetivamente os custos das mudanças, e assim surge o perigo do insucesso do negócio (KOSKELA, 2000).

Nessa etapa torna-se essencial a realização de estudos preliminares, feitos ainda na fase de viabilidade técnico-econômica, com investimento inicial alto na etapa de planejamento de uma construção, que evidencia uma importância fundamental nos aspectos financeiros de uma edificação (TRAJANO, 2010).

Em seguida tem-se a etapa que envolve o planejamento e orçamento. O planejamento reflete uma das etapas que ganha mais ênfase ao ser aplicado na indústria da construção, pois absorve grande parte do tempo de vida de um projeto. Sendo considerado na concepção dos anteprojetos, na aprovação e trâmites governamentais, até nas estratégias de marketing empregadas. Essa etapa inicia-se pelo planejamento do canteiro de obras, elaboração de cronogramas e fluxos físico-financeiros, e finaliza na execução das variadas fases das obras (LIEBANTI; ARBEX, 2014).

Em outra abordagem o processo de planejamento e orçamento proposto por Santos e Garcia (2012) funciona com outras características:

- I) Programa de necessidades: antes de iniciar o empreendimento, são levantadas as principais necessidades da Instituição e do setor que solicitou sua execução;
- II) Estudo preliminar ou anteprojeto: após a definição do empreendimento, elabora-se um estudo preliminar que será aprovado pelo setor solicitante para a elaboração do projeto executivo;
- III) Orçamento estimativo: baseia-se no histórico de custos das obras já concluídas;
- IV) Projeto executivo: de posse do anteprojeto, elabora-se o projeto executivo;
- V) Memorial descritivo: após a elaboração do projeto executivo e da programação da obra, faz-se o memorial descritivo;
- VI) Orçamento executivo: após a elaboração do projeto executivo e da programação da obra, efetua-se o levantamento dos quantitativos dos serviços com base na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, e determina-se os seus custos;
- VII) Licitação: de posse do projeto executivo, memorial descritivo e orçamento executivo, a comissão de licitação elabora o edital e faz a abertura e julgamento das propostas;

VIII) Contrato: escolhida a empresa vencedora é elaborado o contrato administrativo para realização da obra;

IX) Fiscalização da obra: após o contrato assinado e emitida a ordem de serviço para início da obra, inicia-se a fase de fiscalização e controle da obra. Este controle será feito utilizando o orçamento executivo com base na programação da obra;

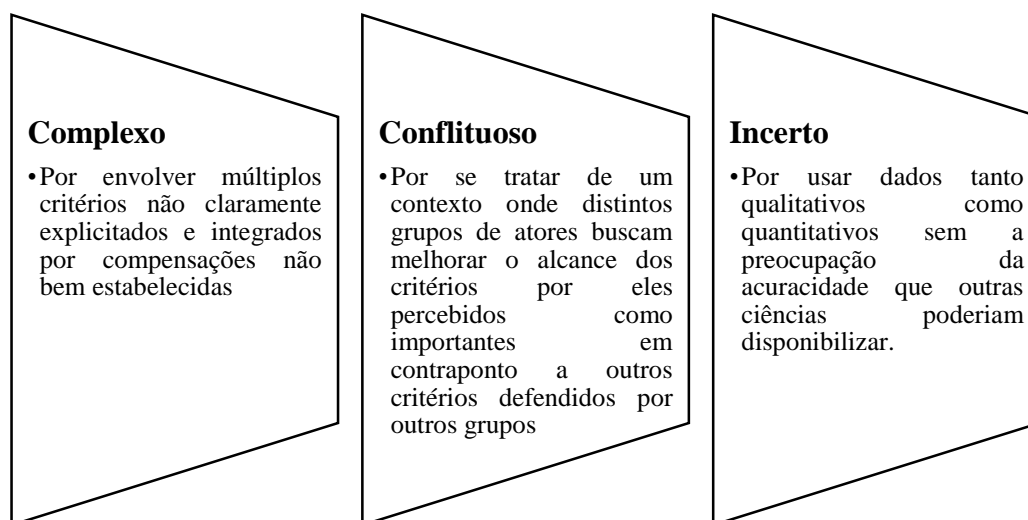
X) Recebimento da obra: após a conclusão da obra serão elaborados os termos de recebimento provisório e recebimento definitivo.

O planejamento de projetos envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas e comunicações. Com isso, deficiências nessa etapa podem produzir consequências desastrosas para uma obra. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e aumento de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento. O mesmo possibilita muitos benefícios desde a definição das prioridades, estabelecimento da sequência de execução, comparação das alternativas de ataque, monitoramento de atrasos e desvios (FONTES, 2012).

Os produtos oriundos da indústria da construção civil necessitam de grande investimento por parte das empresas e dos clientes. Isso torna o processo de orçar um empreendimento um fator crítico para as construtoras (SILVA, 2008).

O processo de orçamentação na construção civil se apresenta em um contexto complexo, conflituoso e incerto como mostrado e explicado na Figura 2 (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2011).

Figura 2 – Contexto do processo de orçamentação da obra



Fonte: Lacerda, Ensslin e Ensslin, (2011).

A partir da ideia mostrada na Figura 2 verifica-se que o próprio processo de orçamentação justifica a relevância e importância da pesquisa apresentada.

A etapa de orçamento corresponde a uma das primeiras informações que o empreendedor deve saber ao estudar determinado projeto. Os custos referentes a construção de um empreendimento devem ser determinados, já que, em função de seu valor, o empreendimento estudado será considerado viável ou não (GOLDMAN, 2004).

A realização do orçamento é considerada imprescindível para a viabilidade de qualquer negócio, pois auxilia no desenvolvimento de um cronograma físico-financeiro, que por sua vez possibilita a programação das atividades de qualquer empreendimento. Apresentando algumas vantagens como: evita atrasos e desperdícios de tempo e materiais; e facilita o acompanhamento da obra criando diretrizes e sistemática de trabalho.

De acordo com Araújo (2003) os orçamentos podem ser classificados como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Classificação dos orçamentos

Convencional: É feito a partir de composições de custo, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço.

Operacional ou executivo: Preocupa-se com todos os detalhes de como a obra será executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo.

Paramétrico: é um orçamento aproximado, utilizado em estudos de viabilidade ou consulta rápidas de clientes;

Método pelas características geométricas: baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício de estudo

Processo de correlação: o custo é correlacionado com uma ou mais variáveis de mensuração, podendo ser uma correlação simples – produtos semelhantes – ou uma correlação múltipla – o projeto é decomposto em partes ou itens;

Processo de quantificação: o custo é estimado através do levantamento das quantidades dos insumos para a execução da obra.

Fonte: Araújo (2003).

Vale salientar que o processo simplificado de orçamentação, sem o gerenciamento dos tempos e recursos por atividade, atinge um nível alto de risco, que resulta em preços insuficientes ou elevados. Isso configura prejuízo devido as incertezas decorrentes da

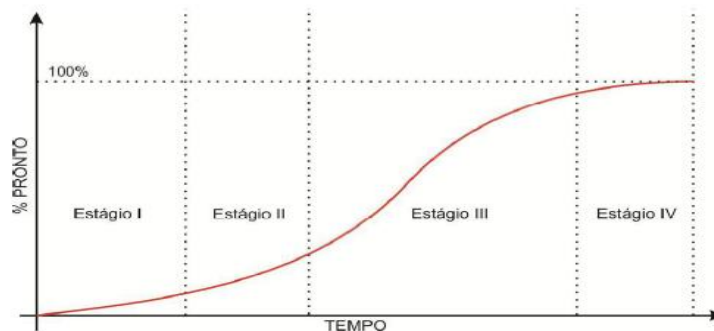
orçamentação e podem ter seus efeitos intensificados ou atenuados para os proprietários de obras e organizações de construção civil em função do tipo de contrato (SILVA, 2008).

Já a terceira e última fase remete à execução, que por sua vez, reflete no conjunto formado pelo planejamento, orçamentação e controle de projetos. A mesma pode ser definida como uma fase que deve ser continuamente monitorada, onde os desvios em relação ao plano previamente estabelecido, devem ser corrigidos no momento ou no decorrer da obra, visando sempre manter ou restaurar o seu estado de equilíbrio. Assim, faz-se necessário seguir tudo que foi planejado, desde o gerenciamento, a implantação do projeto, a aquisição de recursos de materiais e mão-de-obra, a materialização dos componentes físicos do projeto, a garantia de qualidade até a avaliação do desempenho.

Contudo, a execução de obras é considerada como a terceira fase do processo de desenvolvimento de um produto, realizada após o planejamento e elaboração do projeto. Assim, é considerada uma fase de articulação coerente entre essas outras etapas (ROMANO, 2003). Nessa etapa existem riscos relacionados à falta de qualidade durante a execução, proveniente de projetos não compatibilizados, ou ainda, da carência de informações essenciais. Isso influencia diretamente na produtividade direta no canteiro de obras, ocorrendo devido a intensa velocidade de produção das construtoras, pressionadas pela alta demanda do mercado e pelas empresas concorrentes, não havendo tempo hábil para desenvolvimento de projetos com a qualidade adequada (MANZIONE, 2006).

Outra forma de compreender o ciclo de vida do empreendimento é dividindo-o em quatro estágios demonstrados na Figura 4. O formato da curva exhibe a evolução que ocorre nos projetos, que inicia lenta no estágio inicial, acelerada na execução e finaliza de forma lenta.

Figura 4 – Estágios do ciclo de vida de um projeto



Fonte: Mattos (2010) *apud* Fontes (2012).

O Estágio I compreende a fase de concepção e viabilidade, composto pela definição do escopo; formulação do empreendimento estimativa de custos; estudo de viabilidade econômica; identificação da fonte orçamentária; e projeto básico.

Já o Estágio II compreende o detalhamento do projeto e do planejamento, composto pelo orçamento analítico; planejamento; e projeto executivo.

O Estágio III do ciclo de vida inclui a execução da obra, formada pela execução dos serviços de campo; montagens mecânicas; controle da qualidade; administração contratual; e fiscalização de serviço.

Por fim, o Estágio IV abrange a finalização da obra, composto pelo comissionamento; inspeção final; transferência de responsabilidades; liberação de retenção contratual; resolução das últimas pendências; e termo de recebimento.

2.2 Gerenciamento de custos de um empreendimento

2.2.1 Definição de custos

O termo “Custo” pode ser definido com um gasto relativo a um bem ou serviço utilizado no sistema de produção de outro bem ou serviço. Diferindo-se da despesa, que por sua vez corresponde a um bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas, sendo relacionada à administração, às vendas e aos financiamentos (ARAÚJO, 2003).

Os custos podem ser classificados, de acordo com a produção, em duas categorias: custo direto (gasto feito com insumos e equipamentos incorporados ou não ao produto) e custo indireto (gastos de difícil alocação a uma determinada atividade ou serviço, sendo diluído por certo grupo de atividade ou mesmo pelo projeto todo) (LIMMER, 1997).

Os elementos que formam o custo indireto, são administração central; tributos; custo financeiro; e taxa de risco do empreendimento (AZEVEDO *et al.*, 2007). Já os custos diretos são definidos através da especificação de materiais e respectivas quantidades de utilização, e também são influenciados pelo processo de produção através dos métodos construtivos empregados que definem a utilização de equipamentos especiais (custos de mobilização, operação e desmobilização) e os quantitativos de mão-de-obra para a materialização do projeto no produto final (KERN, 2005).

2.2.2 Sistemas de gestão e controle de custos de empreendimentos

A capacidade de um sistema de gestão de custos reflete na sobrevivência das organizações, tendo em vista o atual contexto econômico que mostra características como turbulento, competitivo e globalizado. Além de determinar custos apropriados para produtos e serviços, espera-se que esse sistema seja capaz de disponibilizar aos gestores informações, que possam favorecer para a tomada de decisões no presente e no futuro, visando melhorar a produtividade e buscar melhores formas para se aperfeiçoar o processo de produção (KERN; FORMOSO, 2002).

A ferramenta mais comentada na literatura, quando se analisa gestão de custos no desenvolvimento de produtos, é o custo-alvo (targetcosting). Em uma amplitude mundial, no Japão, os contadores esforçaram-se para conseguir a adequação do sistema de custeio do produto à estratégia da corporação no desenvolvimento de novos produtos. As empresas costumavam usar o custo-alvo para motivar os funcionários a seguirem o planejamento de longo prazo, e não, somente, para aumentar a precisão dos dados para a gerência (GAGNE; DISCENZA, 1995). Dessa maneira, o custo-alvo corresponde a uma ferramenta de gerenciamento estratégico dos lucros futuros das corporações que propicia um aumento da lucratividade.

É imprescindível destacar que quanto mais extenso o projeto de engenharia, maior a possibilidade de insucesso de controle de custos do empreendimento, demandando por uma utilização mais concentrada de ferramentas e técnicas de gestão (GABRIELE, 2011).

Além de gerenciados, os custos que envolvem os empreendimentos devem ser controlados. Assim, destaca-se que a atividade de controle tem a finalidade de conferir se as ações propostas no orçamento estão sendo obedecidas de forma corretiva. A eficácia deste controle relaciona-se com a existência de atitudes proativas e com o orçamento contendo informações aprimoradas (AZEVEDO *et al.*, 2007).

Conforme Duarte *et al.* (2012), o controle do projeto é realizado por um conjunto de processos reativos e proativos com a função de fazer a gestão das funções críticas e reduzir os riscos do projeto. Nesse caso, faz-se necessário encontrar o nível apropriado de controle, sem torná-lo excessivamente rígido para comprometer a criatividade do projeto. Esse controle ocorrerá quando atender aos requisitos de negócio do projeto e quando os custos acomodar todas as demandas técnicas e de negócio.

2.2.3 Viabilidade de custos

A verificação da viabilidade financeira de um empreendimento na construção é feita por meio da determinação de todos os custos envolvidos em sua produção, pois os mesmos correspondem a fator limitante para sua concepção e implementação (ANDRADE; SOUZA, 2003). Os estudos de viabilidade são necessários para apoiar a tomada de decisões dos gestores e podem ser requeridos pelos diferentes financiadores da empresa e do projeto tais como acionistas, bancos ou instituições gestoras de programas de apoio (FRANÇA *et al.*, 2012).

Nesse contexto, o estudo de viabilidade de empreendimento pode ser determinado por meio da comparação entre os custos esperados e os rendimentos que se esperam obter através de sua venda. Este estudo permite que elementos como localização, capital e concepção do produto sejam combinados para obter o retorno esperado (GEHBAUER; EGGENSPERGER, 2002).

Diante do exposto, verifica-se que a avaliação financeira de um projeto investiga o retorno sobre os investimentos, valorizando os custos e os benefícios a preços de mercado. Assim, devem ser considerados todos os custos e receitas, para estimar o impacto que a implementação do projeto exercerá sobre a situação atual da empresa e sobre o meio em que será inserido, iniciando-se pela determinação do fluxo de caixa (FONTENELE, 2002).

Essa avaliação para projetos de construção pode ser considerada como o último passo no processo de estudo de viabilidade. A eficácia desse estudo pode determinar o sucesso do projeto. Portanto, antes de empreender a concepção do projeto e construção, o estudo de viabilidade é essencial (HALAWA, ABDELALIM; ELRASHED, 2013).

2.3 Gerenciamento de riscos de um empreendimento

2.3.1 Definição de riscos

Assim como qualquer outro, o investimento que envolve uma construção é arriscado. O mesmo passa a ter mais riscos inerentes devido ao envolvimento de muitas partes contratantes, como proprietários, designers, empreiteiros, subempreiteiros e fornecedores. Assim, os riscos do projeto podem ser definidos como um evento ou condição incerta que podem finalmente ter um efeito positivo ou negativo sobre pelo

menos um dos objetivos do projeto, tais como tempo, custo, escopo ou qualidade (HALAWA, ABDELALIM; ELRASHED, 2013).

Para Limmer (1997) o risco corresponde uma constante existente ao longo de uma obra, que pode ocasionar uma perda potencial, resultante de um incidente futuro. Essa constante pode ser subestimada antes da sua ocorrência e superestimada depois.

E ainda pode ser definido como um evento que ainda não ocorreu, mas que deve ser gerenciado sobre suas causas transformando as incertezas em riscos tangíveis, descritos e mensurados. Isso ocorre porque se já ocorreu o mesmo não será um risco, mas sim um problema de certeza definida (ARAÚJO, 2012). Sendo verificado ainda que todo risco se caracteriza por três fatores: Evento; Probabilidade de ocorrência do evento e a Consequência ou Efeito (PMI, 2014).

Diante do exposto, é necessário fazer um comparativo entre risco e incerteza, onde o primeiro é definido como probabilidade de ocorrência de um evento, a qual pode ser quantificada por meio de técnicas estatísticas, enquanto que incerteza significa dúvida, onde não se sabe ao certo qual evento pode ocasionar possibilidade de perigo. Dessa forma, o risco se associa à identificação das probabilidades de ocorrência de algum evento e os respectivos impactos sobre um projeto, ou seja, risco é um evento que acarreta desvios no planejamento original do projeto (SOUZA, 2011). Tomar ciência sobre os riscos que envolve um orçamento consiste em compreender os efeitos negativos inerentes às variações existentes no orçamento estimativo.

Para Mendes (2011), existe no setor de construção civil um risco inerente do negócio que está ligado à natureza e ao comportamento ao longo do tempo, podendo influenciar a rentabilidade dos imóveis. Este comportamento pode variar devido à alteração de fatores econômicos, geográficos, populacionais e políticos.

Na construção civil há também outros dois riscos. Aquele relacionado à rigidez estrutural do produto, onde caso o empreendimento não seja bem aceito pelos clientes, poucas são as mudanças que podem ser realizadas após o início de produção. Em uma segunda abordagem, o risco que envolve a velocidade de vendas, influenciando na receita dos empreendimentos (ASSUMPÇÃO, 2003).

No âmbito empresarial, de forma geral, há dois tipos de riscos na tomada de decisão, os quais são: risco não sistemático e risco sistemático. O primeiro consiste em risco específico, podendo ser próprio do projeto de investimento, de uma empresa ou de um indivíduo, por meio de suas deficiências e/ou fraquezas. São esses: erros de administração, baixa produtividade, mão de obra não qualificada são exemplos desse tipo

de risco. Já o segundo corresponde à riscos de um sistema como um todo, podendo ocorrer através de eventos macroeconômicos, sociais ou políticos. É representado por variáveis não controláveis, independente da ação individual, incidindo sobre todo e qualquer investimento (BROM; BALIAN, 2007).

Para Dziadosza e Rejment (2015) as ferramentas mais utilizadas para identificar os fatores desses riscos são o brainstorming, a técnica de Delfos, as listas de verificação, avaliação dos peritos, a auditoria interna em uma empresa, e as periódicas revisões de documentos. Uma proposta interessante da apresentação visual dos fatores de risco em relação ao projeto de construção consiste na "matriz de risco", criada considerando o método mais popular de avaliação de risco, ou seja o produto da probabilidade de ocorrência ea extensão da perda expressa em conformidade com a escala adotada.

2.3.2 Etapas do gerenciamento de riscos

Para Silva *et al.* (2010) o gerenciamento de riscos concentra os maiores esforços nas fases de planejamento em relação às etapas de controle, pois a execução do projeto passa a ser prioritário. Caso o projeto não exija ações corretivas, a equipe se centralizando controla os riscos por meio de relatórios periódicos e comunicação informal. Nesse contexto, a gestão de risco garante que o risco seja mantido dentro de um nível aceitável, evitando qualquer efeito grave ao público e ao ambiente, e auxiliando na seleção de alternativas viáveis (TESFAMARIAM *et al.*, 2010).

O PMI apresenta na Figura 5 uma estrutura que aborda e conduz as atividades necessárias para sistematizar o gerenciamento de riscos.

Figura 5 – Processo de planejamento do gerenciamento de riscos



Fonte: PMI (2014).

O grande problema mostrado na literatura, consiste no fato de que os fatores de risco estão diretamente ligados ao fracasso do projeto, e sua relação com um risco específico não está detalhado (MAMOGHLI; GOEPP; GENOULAZ, 2015).

Como solução, tem-se que atualmente o gerenciamento de riscos é considerado parte integrante do ‘fazer negócios’ nas empresas, trazendo o foco para o futuro, que é onde as incertezas continuamente surgem (PEDROZO, 2007).

Ao analisar estes conceitos verifica-se que o gerenciamento dos riscos auxilia no processo de tomada de decisões, apoiando na atuação profissional diante de cenários cada vez mais complexos, onde decisões erradas podem refletir em consequências graves (ROSA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2011).

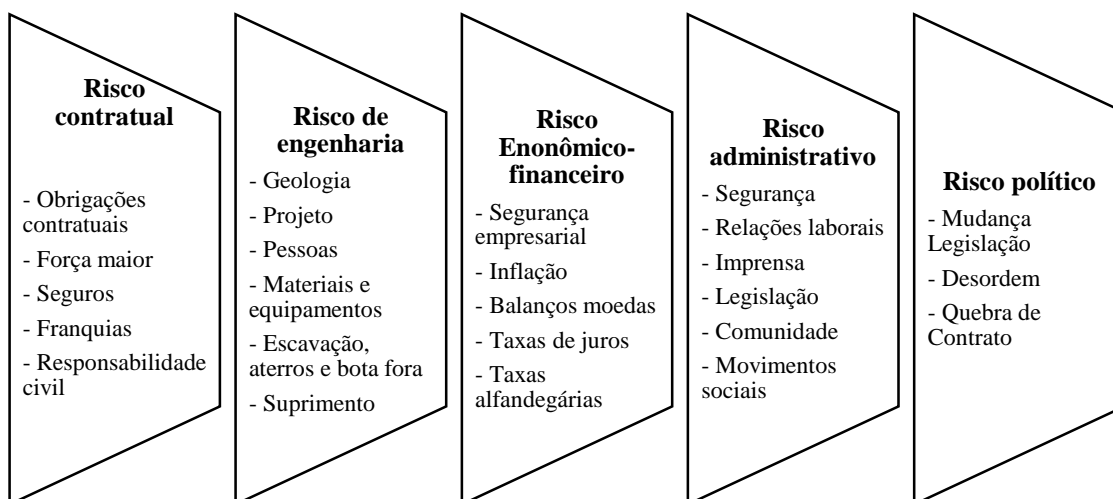
Desse modo, os processos de gerenciamento são desenvolvidos para identificar os riscos e quantificar as consequências em função do impacto (PEDROSO, 2007). Sendo formados pelas seguinte etapas: identificação dos riscos, análise quantitativa e qualitativa dos riscos.

- **A identificação dos riscos**

Além de identificar o potencial de riscos, o gerenciamento, deve incluir também um compromisso formal de planejamento de atividade e análise para estimar a probabilidade e o impacto sobre o projeto de riscos identificados (KERZNER, 2009).

A identificação dos riscos deve ser um trabalho constante durante toda a fase de execução do produto. Para isso é fundamental a existência de uma equipe responsável para realizar essa identificação, realizando discussões internas ou com especialistas acerca do risco encontrado (SILVA; ALENCAR, 2013). A mesma equipe também deve ser responsável por avaliar e monitorar, em fase posterior, os riscos envolvidos no processo. Nessa fase faz-se necessário o entendimento da estrutura analítica de riscos proposta na Figura 6.

Figura 6– Estrutura analítica de riscos



Fonte: Silva e Alencar (2013).

Com os riscos identificados e estruturados ordena-se os mesmos estabelecendo a graduação de impacto e ocorrência através da análise qualitativa.

O PMI (2014) divide a análise de riscos em duas categorias, a análise qualitativa de riscos e a análise quantitativa de riscos. A análise qualitativa busca uma divisão dos riscos identificados de projeto para preterir as ações de resposta. Já a análise quantitativa efetuada sob a lista de riscos oriunda da análise qualitativa, visa uma quantificação dos impactos e probabilidades de ocorrência dos mesmos, possibilitando a implementação de ações de respostas para estes riscos. Pode-se dizer, a partir desta comparação, que a análise quantitativa complementa e aprofunda os resultados obtidos pela análise qualitativa.

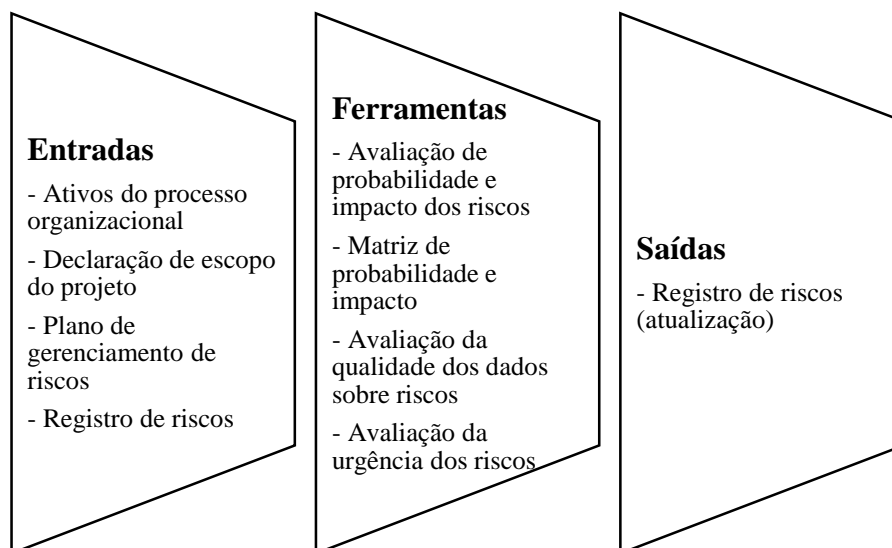
Na prática, os autores Eybpoosh, Dikmen e Birgonul (2011) identificação os caminhos de riscos em projetos internacionais de construção através da modelagem de equações estruturais. Essa técnica é mostrada como uma das mais adequadas para a análise de interações complexas entre fatores relacionados. A mesma descreve as possíveis interações entre as variáveis, para testar a hipótese e para fins de estimativa.

- **A análise qualitativa dos riscos**

A análise qualitativa apresenta como principal resultado a obtenção de uma lista de riscos classificados como prioritários dentro dos critérios que foram estabelecidos para o processo. Essa análise classifica os riscos de forma rápida e econômica, de acordo com sua importância, tomando por base seu impacto e sua probabilidade de ocorrência (PMI,

2014). Na Figura 7 verifica-se o processo de análise qualitativa dos riscos composto por entradas, ferramentas e saídas.

Figura 7 – Processo de análise qualitativa de riscos



Fonte: PMI, 2014.

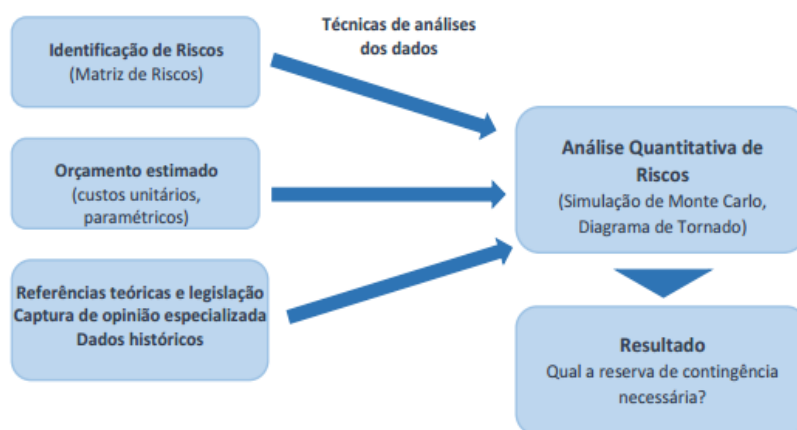
- **A análise quantitativa dos riscos**

A análise quantitativa de riscos analisa de maneira numérica a probabilidade de ocorrer cada risco, identificando assim o seu impacto nos objetivos do projeto. Esta análise discorre o risco de forma mais detalhada que uma análise qualitativa (MELO, 2010).

Apenas com a quantificação dos riscos priorizados pode-se conhecer os impactos em cada objetivo do projeto, que por sua vez, serão quantificados e confrontados com os custos relativos ao plano de respostas, gerando uma tomada de decisão (PEDROSO, 2007).

A análise quantitativa é composta por três elementos fundamentais, demonstrados na Figura 8.

Figura 8 – Análise quantitativa de riscos



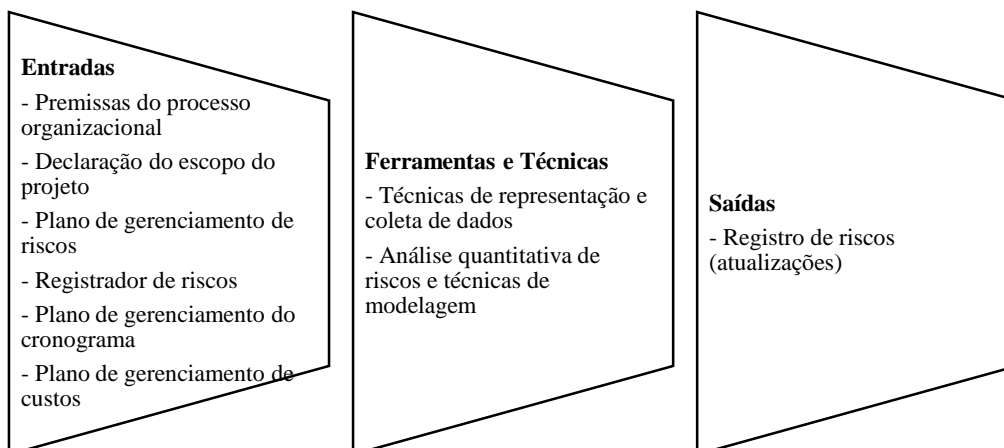
Fonte: PMI (2014).

A análise quantitativa é caracterizada por ser mais trabalhosa e demorada. Além disso apresenta algumas funções:

- ✓ Quantificar os possíveis resultados do projeto e suas probabilidades;
- ✓ Avaliar a probabilidade de atingir objetivos específicos do projeto;
- ✓ Identificar os riscos que exigem mais atenção quantificando sua contribuição relativa para o risco total do projeto;
- ✓ Identificar metas mais realísticas e alcançáveis de custo, cronograma ou escopo, quando fornecidos os riscos do projeto;
- ✓ Determinar a melhor decisão de gerenciamento de projetos quando algumas condições ou resultados forem incertos (PMI, 2014).

A Figura 9 demonstra o processo de análise qualitativa dos riscos.

Figura 9 – Processo de análise quantitativa de riscos



Fonte: PMI, 2014.

2.3.3 Avaliação e gestão do Risco

A avaliação do risco busca definir as estratégias consistentes na análise qualitativa a partir da consideração da probabilidade e impacto. Com isso, são definidas as ações preventivas com a finalidade de evitar que a falha ocorra ou minimizar o seu efeito (SILVA; ALENCAR, 2013).

Nesse sentido, o ato de avaliar apresenta relação direta de lidar com esses riscos. Podendo, isso pode ser realizado através da identificação, análise e desenvolvimento de estratégias de retorno para os fatores que impactam o planejamento e execução de um empreendimento. Assim, é possível adotar procedimentos eficazes de controle de forma a garantir os melhores resultados, reduzindo, assim, falhas e deficiências.

Primeiramente, essa avaliação abrange a preparação de listas de verificação e atribuição de classificações subjetivas para os fatores de risco. Essas listas ignoram as interdependências entre fatores e negligenciam o surgimento de caminhos de riscos, em vez de fatores de riscos individuais (YILDIZ *et al.*, 2014).

Considerando, a avaliação dos riscos, sua gestão pode ser definida como um processo que acompanha o projeto desde a sua definição através de suas fases de planejamento, execução e controle até a sua conclusão e encerramento. Para gerenciar um projeto com riscos inter-relacionados é importante integrar, em primeiro lugar as múltiplas dimensões de risco, incluindo as características clássicas como probabilidade e impacto, e em segundo lugar trazer a modelagem das interações de risco ao processo (FANG; MARLE, 2012).

Em geral, qualquer atividade dentro de uma organização envolve uma parcela de riscos, onde sua gestão é entendida como um elemento crucial que auxilia na tomada de decisões, possibilitando aos responsáveis da organização a fazer uma escolha com o mínimo de incerteza (MISAGHI; MACEDO; AMARAL, 2012).

Para a tomada de decisões ciente, os gestores devem concentrar-se na avaliação global do projeto, mas deparam-se também com a necessidade de avaliar os riscos aos quais o empreendimento está exposto, e como os mesmos podem afetar os retornos e o planejamento inicial. Neste contexto, após identificado e qualificado os riscos existentes, torna fundamental quantificar o comportamento do empreendimento, face às diversas condicionantes e alternativas existentes, bem como o efeito das medidas de mitigação do risco (ESTRELA, 2008).

A gestão de risco engloba diversas atividades sequenciadas e em cadeia de análise, controle e monitoramento que compõem um ciclo. A análise de risco, por exemplo, corresponde ao momento de identificar os fatores de risco, seus impactos e quais ações específicas deverão ser verificados para maximizar as oportunidades e minimizar as ameaças envolvidas no processo (SILVA; ALENCAR, 2013).

2.3.4 Modelos de gerenciamento de riscos

O gerenciamento dos riscos em projetos é necessário para que se aumente a probabilidade e o impacto dos riscos positivos e que a probabilidade e o impacto para riscos negativos seja reduzido, segundo o PMI (2014).

Conhecendo esse conceito e os outros mencionados nos capítulos anteriores é possível compreender o modelo aplicado ao gerenciamento de riscos desenvolvido pelo PMBOK demonstrado no quadro 1.

Quadro 1 - Modelo de gerenciamento de riscos

Etapa do modelo	Descrição da etapa	Ferramenta utilizada
Planejamento de gerenciamento de riscos	Envolve a abordagem, planejamento e execução das atividades de gerenciamento de riscos de um projeto	Realiza-se através de análises e reuniões de planejamento
Identificação	Determina os riscos que atingem o projeto e a documentação de suas características	Realiza-se as revisões da documentação
Análise qualitativa	Prioriza os riscos para análise através da avaliação de sua probabilidade de ocorrência e impacto	Realiza-se através da avaliação da probabilidade e impacto dos riscos; categorização dos riscos; Matriz de probabilidade e impacto.
Análise quantitativa	Análise numérica dos riscos identificados no projeto	Realiza-se através de técnicas de representação e coleta de dados; entrevistas; técnicas de modelagem e simulação; análise da árvore de decisão; análise de sensibilidade.
Planejamento das respostas	Visa ampliar as oportunidades e minimizar as ameaças dos objetivos do projeto	Realiza-se através de estratégias para riscos negativos ou ameaças.
Monitoração e controle de riscos	Acompanha os riscos identificados, monitora riscos residuais, identifica novos riscos, executa planos de respostas dos riscos e avalia a sua eficácia no ciclo de vida do projeto.	Realiza-se através da reavaliação dos riscos, auditorias, análise de tendências, medição do desempenho técnico e reuniões de andamento.

Fonte: PMI (2014).

Com essa demonstração, pode-se observar que os cinco primeiros processos fazem parte do grupo de processo de planejamento e o último pertence ao grupo de processos de monitoramento e controle.

A partir desse modelo, outros são adaptados e desenvolvidos conforme a necessidade real do problema a ser solucionado/diagnosticado. No quadro 2 são mostrados alguns estudos relativos ao gerenciamento de riscos.

Quadro 2 – Estudos na área de gerenciamento de riscos

Autores	Descrição do estudo
Barreto e Andery (2015)	Mapear o processo de projeto de empresas incorporadoras e construtoras de médio porte, identificando quais são as atividades no processo de projeto que impactam na gestão de riscos.
Yildizet <i>al.</i> (2014)	Mapeamento de risco na fase de projeto para avaliar sistematicamente as variáveis relacionadas com o risco que podem levar a superação nos mercados internacionais.

Fonte: Autora, 2017.

2.4 Simulação Monte Carlo

De modo geral, a simulação é usada para resolver problemas muito complexos de opções reais que envolvem fontes de incertezas múltiplas e interativas (TITMAN; MARTINS, 2010).

A simulação é também indicada para descrever e analisar o comportamento de um sistema, podendo responder a questões do tipo “o que acontece se” sobre uma determinada situação e ainda auxiliar no projeto e implantação de sistemas. A simulação possibilita a realização de experimentos sem alterar a configuração real ou permite avaliar a contratação prévia de funcionários para verificar se algum tipo de serviço deve atender a uma demanda futura (RODRIGUES; NUNES; ADRIANO, 2010).

Os métodos de simulação são ferramentas dispostas para a tomada de decisão na solução de problemas de várias naturezas, especialmente úteis em casos que envolvem análise de riscos para prognosticar o resultado de uma decisão que envolve incerteza. A aplicação da simulação em problemas gerenciais requer a modelagem em termos matemáticos do sistema que se pretende investigar, permitindo simular as respostas do sistema a diferentes escolhas da tomada de decisão (AGUIAR; ALVES; HENNING, 2010).

Existem dois tipos de modelos para simulação: os determinísticos e os probabilísticos, sendo que a simulação Monte Carlo se insere no segundo tipo. Nesse caso os dados não são nem conhecidos, nem de valores fixos, sendo as suas variáveis de entrada arbitradas conforme com a distribuição probabilística contínua que melhor represente o seu comportamento. Este modelo é apenas descritivo, não fornece a solução ótima, e sim apenas informação com base nos pressupostos arbitrados, que permitem compreender como as atividades se relacionam (EVANS; OLSSON, 2002).

O Método de Monte Carlo utiliza a geração de números aleatórios para atribuir valores às variáveis do sistema que se deseja investigar. O mesmo pode ser aplicado em problemas de tomada de decisão a qual envolva risco e incerteza (LUSTOSA; PONTE; DOMINAS, 2004).

Os números aleatórios podem ser obtidos através de algum processo aleatório como tabelas ou diretamente do computador, através de funções específicas. A simulação é replicada até que exista segurança sobre o comportamento característico da variável decisória sobre a qual recairá a decisão. A aplicação desse método nas empresas é comum em problemas de análise de riscos, política de estoque, fluxo de produção, filas de espera e em políticas de manutenção de máquinas. Este método consiste em um processo de operação de modelos estatísticos de modo a lidar experimentalmente com variáveis descritas por 3 funções probabilísticas (AGUIAR; ALVES; HENNING, 2010).

Desta forma, o Método de Monte Carlo é uma técnica utilizada para simular fenômenos probabilísticos por meio da geração de números randômicos atribuídos as variáveis independentes simulando cenários e possíveis resultados, também aleatórios, das variáveis dependentes e posterior cálculo da probabilidade de determinado valor esperado. Atualmente, devido aos recursos de softwares, os métodos de simulação são geralmente usados em diversas áreas, tanto para simulações em ambientes físicos com em problemas matemáticos (RODRIGUES; NUNES; ADRIANO, 2010).

A estimação do risco por meio deste método se baseia na fórmula:

$$R=CAE \times POE \quad (1)$$

onde o risco (R) é decorrente das consequências adversas de um evento (CAE), resultantes da probabilidade de ocorrência deste evento (POE) (LIMMER, 1997).

O risco, portanto, possui três componentes: um evento, a probabilidade de ocorrência deste evento e o impacto decorrente do mesmo.

Diante do exposto, a essência da Simulação de Monte Carlo consiste em:

- ✓ Estabelecer uma distribuição de probabilidade (modelo) à qual responde as variáveis aleatórias (TIR e payback) para o risco analisado;
- ✓ Simular eventos (realizar interações) em n vezes dessas variáveis, tamanho suficientemente grande que reflita a confiança desejada;
- ✓ Analisar estatisticamente os resultados obtidos (RODRIGUES; NUNES; ADRIANO, 2010).

De modo geral, para fazer a simulação de Monte Carlo, é preciso seguir os seguintes passos:

- ✓ Definir as variáveis de entrada;
- ✓ Gerar observações ou replicações de alguma distribuição de probabilidades para cada entrada;
- ✓ Fazer um cálculo em função das observações obtidas;
- ✓ Agregar os resultados de cada cálculo em um resultado final (PEIXOTO; RANGEL; MATIAS, 2012).

Através do conhecimento do Método de Monte Carlo, segundo Correa Neto *et al.* (2002), pode-se concluir a simulação com os resultados esperados, bem como as suas probabilidades de ocorrência. Essa sistemática considera, então, os aspectos relevantes do risco associado e diminui a influência subjetiva do projetista. As duas últimas constituem grandes vantagens do método probabilístico em relação ao método determinístico.

Diante dos conceitos expostos verificou-se algumas aplicações do Método Monte Carlo em áreas distintas como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 – Casos práticos de utilização do Método Monte Carlo

AUTORES	OBJETIVO	ÁREA
Junqueira e Pamplona (2002)	Verificação da viabilidade econômica para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de Café	Engenharia
Maletta (2005)	Avaliação de novas formas de cálculo do Value-at-Risk através do Método Monte Carlo, visando obter melhor eficácia no gerenciamento de riscos	Administração
Nascimento e Baidya (2005)	Desenvolvimento de uma solução numérica para o modelo relacionado a investimentos de aquisição de Tecnologia da Informação.	Informática
Sartori <i>et al.</i> (2006)	Análise de risco e verificação da viabilidade econômica de uma unidade agroindustrial de produção de banana chips	Agrícola

Sanches <i>et al.</i> (2007)	Dimensionamento determinístico de Kanbans	Engenharia
Correia Neto (2007)	Avaliação ex-ante de um investimento em um sistema de informação transacional.	Informática

Fonte: Autora, 2017.

Diante do mencionado, é possível atribuir algumas das vantagens ao uso de simulação. São elas: a mesma permite estimar o desempenho de um sistema atual sob condições operacionais diferentes, possibilita comparar propostas alternativas de sistemas ou políticas operacionais para verificar o que melhor se adapta aos requisitos, permite manter um controle melhor sobre condições experimentais antes mesmo de implementá-las, e ainda possibilita estudar um sistema por um longo período de tempo em um tempo relativamente curto (LAW, 2007).

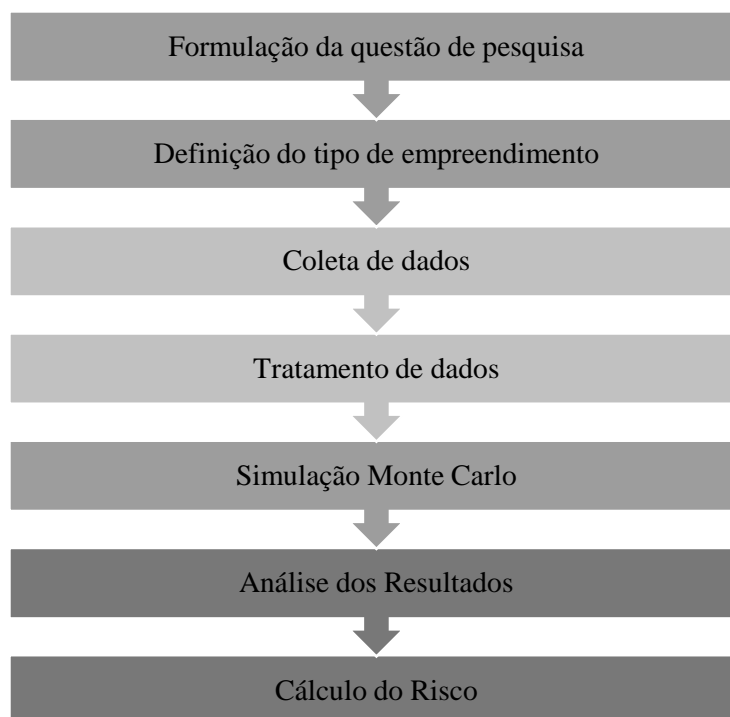
Em contrapartida vale salientar que existem também algumas desvantagens como: o alto custo da aquisição de softwares ou utilização de consultores especialistas; consumo de muito tempo sendo que os benefícios não são disponibilizados imediatamente; necessita uma quantidade significativa de dados. Essa desvantagens são pouco relevantes quando compara-se os benefícios que a simulação possibilita.

3 METODOLOGIA

Visando a estruturação do problema de pesquisa alguns passos devem ser determinados. São eles: a formulação da questão de pesquisa, determinação do tipo de empreendimento a ser explorado, coleta e tratamento de dados, simulação Monte Carlo, análise dos resultados, e cálculo dos riscos conforme podem ser vistos na Figura 10.

A partir da caracterização do método de pesquisa, foi possível determinar o delineamento do estudo, que por sua vez está dividido em sete etapas (mostradas na Figura 10):

Figura 10 – Etapas para elaboração do modelo



Fonte: Autora, 2017.

✓ **Formulação da questão de pesquisa**

A primeira etapa desta pesquisa consistiu em verificar a importância e contribuição do tema, assim como apresentar o motivo o qual o problema será estudado, e as respostas que se espera alcançar.

Com isso, vale salientar que a construção civil implica em grandes investimentos, onde seus custos devem ser determinados com precisão para verificação da sua viabilidade financeira. A identificação dos riscos envolvidos no orçamento é

imprescindível para tornar as empresas mais lucrativas e competitivas no mercado econômico.

A necessidade da análise de riscos em orçamentos surgiu a partir da verificação da ocorrência natural que os construtores, de um modo geral, frequentam em relação à dificuldade de executar obras com orçamentos estimativos sem que haja necessidade de reajustes e extrapolação de valores, ou seja, apresentando poucas ou nenhuma variação. A partir dessa questão verifica-se a relevância do tema, e utiliza-se o método de simulação Monte Carlo para auxiliar na compreensão acerca da ocorrência dessas variações.

Então, através do conhecimento e gerenciamento dos riscos que envolve um orçamento é possível compreender as consequências de não se atingir os valores obtidos no orçamento estimado. A partir desse conhecimento, consegue-se perfeitamente adotar um modelo que visa analisar as probabilidades de ocorrência dessas variações.

Ao aplicar a análise de riscos, necessita-se primeiramente compreender a formulação da questão de pesquisa. Contudo, nessa etapa procurou-se o entendimento sobre as possíveis ocorrências de variações entre o orçamento estimado e o orçamento executado. A partir disto, iniciou-se a caracterização da situação problemática e verificou os elementos que a envolve.

Nessa etapa o propósito e objetivos do estudo estão claramente definidos.

✓ **Definição do tipo de empreendimento**

Essa etapa correspondeu a delimitação do objetivo de pesquisa, onde foi identificado o universo desse estudo (tipo de empreendimento). A pesquisa foi realizada no município de Fortaleza/CE, que é caracterizado por apresentar um grande número de empresas construtoras atuando no mercado.

Para a análise do tipo de empreendimento, escolheu-se uma empresa com foco em obras privadas, que se destaca pelo alto padrão de qualidade dos seus empreendimentos e por apresentar como principal meta a incorporação de novas tecnologias aos seus projetos, visando sempre a satisfação de seus clientes. Além disso, a escolha deu-se em virtude da mesma apresentar organização e disponibilidade para o fornecimento dos dados necessário para o desenvolvimento do estudo.

Tendo em vista que, para esta pesquisa foi adotado o orçamento de um empreendimento de alto padrão, com seus respectivos valores estimados e executados,

para análise dos riscos, fez-se ainda necessários a obtenção dos valores mínimos, prováveis e máximos para cada atividade do orçamento estudado, que por sua vez, foram obtidos através de entrevista com um especialista com experiência tanto na fase de orçamento quanto na etapa de execução dos serviços.

✓ Coleta de dados

Essa etapa correspondeu ao ponto inicial dos problemas enfrentados na modelagem, que resultou em algumas visitas à empresa em questão. No primeiro momento, realizou-se encontros com os engenheiros responsáveis pelo setor de elaboração de orçamentos, de modo a conhecer os dados e informações disponíveis.

Em seguida, foi realizada a coleta de dados pertinentes ao trabalho proposto, que mostrou a variável simulada. Essa coleta permitiu primeiramente a escolha do orçamento utilizado, que possibilitou a obtenção de um orçamento de um edifício residencial de alto padrão, contendo inúmeras atividades, mais precisamente 610 (seiscentos e dez) atividades. De modo a otimizar a simulação dos dados, fez-se a redução das atividades, considerando assim, apenas as linhas contendo as macro atividades, resultando em um número de 73 (setenta e três) atividades. Mas vale salientar, que todos os custos do empreendimento foram considerados para construção do modelo.

Posteriormente, necessitou-se a obtenção dos valores de orçamentos mínimo, mais provável e máximo para cada atividade. Tendo em vista a dificuldade de mensuração desses valores, escolheu-se um profissional com experiência nos dois âmbitos: elaboração do orçamento e fiscalização da execução dos serviços. Essa experiência é um fator que garante uma maior proximidade de certeza dos dados, pois o mesmo compreende as três vertentes, onde:

1. O mínimo valor com o qual o orçamento pode ser executado;
2. O valor mais provável, aquele que geralmente ocorre, e;
3. O valor máximo com o qual o orçamento pode ser executado.

Então, para que esta informação seja útil, necessita-se que ela seja relevante e confiável. Sendo considerada relevante quando é capaz de influenciar as decisões dos usuários, ajudando-os na avaliação de eventos passados, presentes ou futuros através da confirmação ou correção de avaliações passadas. E são confiáveis quando estão isentas de erros e preconceitos materiais, podendo ser dependentes pelos usuários para

representar fielmente em termos de descrição válida que ela pretende representar ou que se poderia razoavelmente esperar que represente (GLAUTIER; UNDERDOWN, 1994).

Esse apontamento reflete na necessidade desses valores serem apontados por um profissional com domínio sobre os valores apresentados, caso contrário essa análise dos riscos não retrataria uma realidade confiável.

✓ **Tratamento dos dados**

Os dados obtidos foram analisados de forma a retirar as informações desejadas. Nessa etapa a constituição dos dados possibilitou a definição de como será feita a simulação dos mesmos para o desenvolvimento da análise proposta no trabalho. Com isso, fez-se necessário que toda informação existente nos dados coletados fossem acessível e compreensível.

Nesse momento, também foi realizada uma planilha contendo as variações em % (porcentagem) entre os orçamentos estimado e executado. Isso facilitou o entendimento sobre qual atividade foi mais impactante para que os valores dos dois orçamentos não fossem iguais ou próximos. Esses dados foram de grande significância para o processo de análise dos cenários propostos a seguir.

Para o objetivo proposto nessa pesquisa, a variável considerada foi apenas os custos de cada atividade que compõe o orçamento. Esses dados foram ajustados a partir de uma distribuição de probabilidade triangular, e posteriormente, foram modelados na planilha original utilizada pela empresa, a partir das funções do software de simulação de riscos @RISK.

✓ **Simulação Monte Carlo**

Essa etapa compreendeu a simulação dos dados que irão auxiliar no desenvolvimento do modelo, ou seja o processo de experimentar um sistema físico através de um modelo matemático computadorizado. Nessa etapa um conjunto de componentes que se interagem receberam entradas e ofereceram os resultados como saída.

Sem a ajuda da simulação, uma planilha revela apenas uma simples saída, ou a mais provável, ou um cenário médio. Esta é a grande causa de divergências entre valores orçados e os reais.

De maneira simplificada, os passos para se utilizar a simulação de Monte Carlo na análise dos riscos proposta foram basicamente quatro:

1. Inicialmente, construiu uma base das possíveis variações no orçamento da empresa;
2. A seguir, construiu-se uma amostra com as principais incertezas relativas aos orçamentos, usando distribuições de probabilidades;
3. Em terceiro lugar, foram especificadas as relações entre a variável de entrada;
4. Por último, executou-se a simulação propriamente dita.

Ao se simular o orçamento, foram efetuadas milhares de iterações em cima do modelo, fazendo amostragens da distribuição dos erros de previsão, calculando as possíveis variações de valores resultantes para cada atividade, e registrando-os. Quanto maior o número de interações, mais a distribuição dos valores de saída deve aproximar-se de uma distribuição de probabilidade normal. No caso do modelo proposto, utilizou-se um número de 100 000 iterações.

Para cada variável incerta (isto é, que tem uma faixa de valores possíveis), definiu-se os valores possíveis com base em uma distribuição de probabilidades, e esta é a principal dificuldade de utilização desta técnica.

As distribuições de probabilidades resume diversos valores possíveis de ocorrer. Segundo Assaf Neto (2003), a atribuição de uma distribuição de probabilidades aos estados futuros associados a uma variável pode ser objetiva ou subjetiva. Distribuições de probabilidades objetivas baseiam-se normalmente em dados históricos sobre a qual há uma expectativa de que se repetirá no futuro, e as distribuições de probabilidades subjetivas decorrem de eventos novos, sobre os quais não se tem nenhuma experiência passada. A atribuição de distribuições de probabilidades subjetivas pode-se basear em pesquisas de mercado e projeções de demanda, intuição do administrador, experiência profissional etc, em geral baseiam-se em estimativas que embutem “riscos aceitáveis”.

Abaixo tem-se exemplos de distribuições de probabilidades que estas variáveis podem ter:

Figura 11 – Tipos de distribuições de probabilidades



Fonte: Assaf Neto (2003)

Na presente pesquisa considerou-se uma distribuição triangular, pois é frequentemente usada para modelar o risco do negócio. Então, neste modelo todas as atividades foram identificadas pela distribuição triangular por dispor apenas dos valores otimista (Mínimo), Mais Provável (mais provável) e Pessimista (Máximo). Estes valores foram definidos na etapa de coleta dos dados.

A distribuição triangular é uma distribuição contínua descrita por seus valores mínimo, máximo, e de moda. A mesma tem uma forma triangular, onde inicia-se no valor mínimo, aumenta linearmente para pico no modo, e depois decresce linearmente com o valor máximo. A forma de triângulo pode ser simétrica ou assimétrica.

Sendo assim, pode-se aplicar à distribuição gerada pelos resultados das simulações, as medidas de estatística descritiva, como a média e o desvio-padrão. Com essas medidas, a distribuição de probabilidades gerada, mostra uma característica de mensuração dos resultados através de um intervalo de confiança, determinando assim os riscos de que uma faixa de resultados ocorra. Nesse ponto, considerou um intervalo de confiança de 90%.

✓ **Análise dos Resultados**

Consistiu na análise dos dados obtidos após a simulação e verificação do comportamento da análise proposto na pesquisa. Assim como visou avaliar as mudanças ocorridas na variável e analisar o resultado desta variação sobre o seu planejamento inicial.

A análise de sensibilidade consistiu em mensurar as alterações nos resultados observados nos elementos do orçamento empresarial, após alterações em variáveis chaves ao longo de situações propostas. Estas situações podem ser dividir em três: pessimista, mais provável e otimista. Portanto, este método analisa a sensibilidade dos resultados em relação às mudanças em uma variável de entrada, mantendo os outros fatores constantes.

Essa análise, contudo, determinou o efeito que algumas atividades produzem no orçamento como todo. Com intuito de realizar essa análise, considerou-se três cenários diferentes para o orçamento total, um cenário para os custos indiretos e dois cenários para os custos diretos.

O problema dessa abordagem é a discricionariedade na compreensão do que seja otimista, pessimista e mais provável, além do aspecto da negligência da influência que uma variável pode acarretar sobre outras variáveis. Assim, as diversas variáveis tendem fortemente a estar relacionadas e o método as trata isoladamente (CORREA NETO *et al.*, 2002).

Essa ideia foi verificada no instante em que percebeu-se o quanto uma atividade poderia influenciar no comportamento do orçamento total. Isso pode ser melhor compreendido na análise dos cenários separadamente.

Análise de cenários

Essa análise estuda uma série de cenários diferentes que a empresas podem enfrentar, considerando as relações entre a variável e suas mudanças simultâneas. Geralmente os cenários são obtidos a partir de hipóteses conjunturais do ambiente econômico em que as empresas estão inseridas.

Para definir os cenários deve-se: fixar o horizonte de tempo da variável objetivo; definir as principais variáveis de influência; e elaborar os cenários fixando os parâmetros qualitativos e quantitativos coerentes com as variáveis de influência (MARTINS, 2001).

Para essa análise os denominados cenários são combinações alternativas e coerentes das atividades mais críticas do orçamento. Então, para definir cada cenário, deve-se levar em consideração as relações existentes entre a variável verificada com o conjunto total do produto. Esta análise é muito útil quando o avaliador não está seguro sobre o cenário originalmente proposto.

Para tanto, definido o cenário, deve-se associar a cada um deles uma determinada probabilidade subjetiva de ocorrência, que permita a avaliação do risco da variável-objetivo.

✓ Cálculo do Risco

A última etapa para formulação do modelo consiste em calcular o risco presente no mesmo. Para isto, faz-se uso da definição de Limmer (1997), que realiza a estimação do risco por meio da seguinte fórmula:

$$R = CAE \times POE \quad (1)$$

Onde, o risco (R) é decorrente das consequências adversas de um evento (CAE) – o impacto, resultantes da probabilidade de ocorrência deste evento (POE).

Então, até chegar ao valor do risco, precisa-se determinar:

- 1- O impacto (severidade)
- 2- A probabilidade de ocorrência.

Onde para cada impacto terá um valor de probabilidade diferente.

Após definição dos parâmetros de probabilidade e impacto, definiu-se a distribuição de probabilidade. Para o componente probabilidade, é adotada uma distribuição de probabilidade discreta, cada qual com a sua probabilidade de ocorrência, ou seja, modela se um orçamento estimado ocorre ou não semelhante ao executado. Para o cálculo do impacto também deverá ser adotada uma função de distribuição de probabilidade. Pode-se utilizar algumas distribuições de probabilidade, como: distribuição PERT, distribuição uniforme, distribuição triangular e distribuição normal. Nesse caso específico do modelo, escolheu-se a distribuição triangular a partir de valores mais provável, máximo e mínimo.

Diante da definição de que risco é a possibilidade de o que foi projetado não acontecer, de que esteja fora do estimado e, geralmente, é ligado à ocorrência de um fato desfavorável. Pode-se afirmar que a ideia de risco está diretamente associada às probabilidades de ocorrência de determinados resultados em relação a um valor médio esperado, que por sua vez, é determinado após cada simulação dos dados. Assim a medida de risco é dada pelo desvio-padrão da distribuição de probabilidades da variável-objetivo em relação ao seu valor esperado, representado pela média. O desvio-padrão representa a dispersão dos valores da variável objetivo em torno da média.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo será demonstrada a formulação da análise de riscos do orçamento. Assim como, serão apresentados os resultados que essa análise proporcionou. Vale salientar que o orçamento estudado encontra-se no Apêndice A.

A análise foi dividida em três partes:

1. Orçamento Total;
2. Custos Indiretos;
3. Custos Diretos.

Para a construção dessa análise, a verificação dos riscos na etapa de orçamentação representa o estudo das consequências de não se atingir o orçamento estimado, enquanto gerenciar os riscos consiste no ato ou prática de lidar com esses riscos, através da identificação, análise e desenvolvimento de estratégias de respostas para os fatores que impactam o planejamento e execução de um empreendimento. Assim, é possível adotar procedimentos eficazes de controle de forma a garantir os melhores resultados, reduzindo, assim, falhas e deficiências.

Essa construção possibilita ainda, para cada valor das variáveis de entrada uma distribuição de probabilidades dos valores a serem assumidos pela variável dependente. Para isto, fez-se uso do método Monte Carlo, que por sua vez, permite, essencialmente, simular o comportamento de processos que dependem de fatores aleatórios. Para tanto, fez-se a abordagem com 100.000 iterações com o programa @risk.

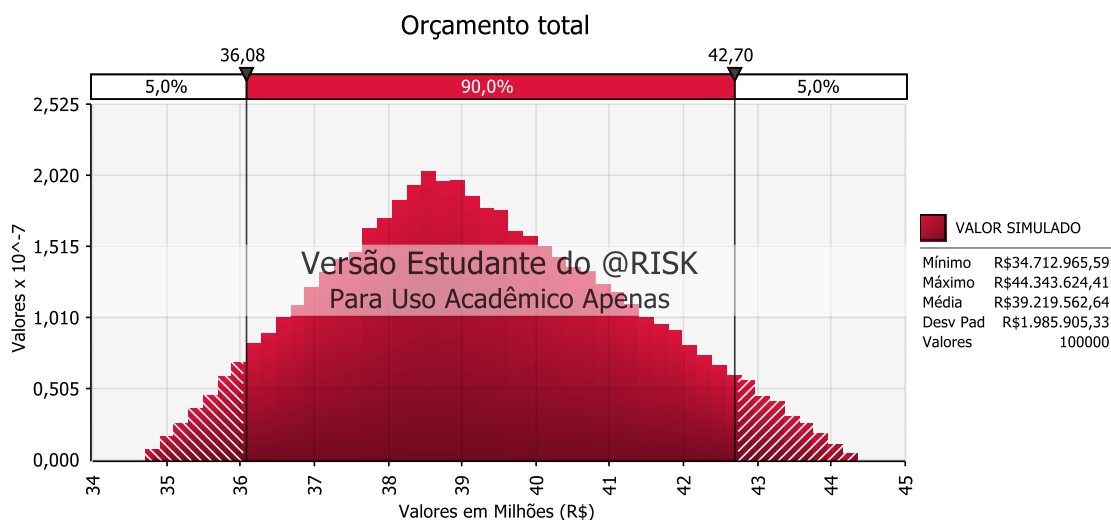
4.1 Orçamento total

No primeiro instante fez-se uma análise minuciosa do Orçamento Total. Onde, a partir do orçamento estudado, verificou-se uma variação de R\$ 1.364.415,52 entre o orçamento estimado (R\$ 40.356.277,36), correspondente aquele orçamento desenvolvido pela empresa com a finalidade de materializar a obra; e o orçamento executado (R\$ 38.991.861,84), corresponde aquele obtido ao final da obra referente aos custos reais gastos com as atividades da obra.

Essa variação reflete uma situação atípica, pois normalmente os orçamentos executados extrapolam os valores que foram estimados. Mas essa variação justifica-se por se tratar de um empreendimento privado, onde normalmente exige-se um maior empenho no intuito de reduzir perdas e, conseqüentemente, custos desnecessários.

Considerando o orçamento total sendo simulado com 100 000 iterações, com um intervalo de confiança de 90%, é possível verificar, no gráfico 1, que dentro deste intervalo de confiança o orçamento não será menor do que 36,08 milhões e também não excederá um valor de 42,7 milhões de reais.

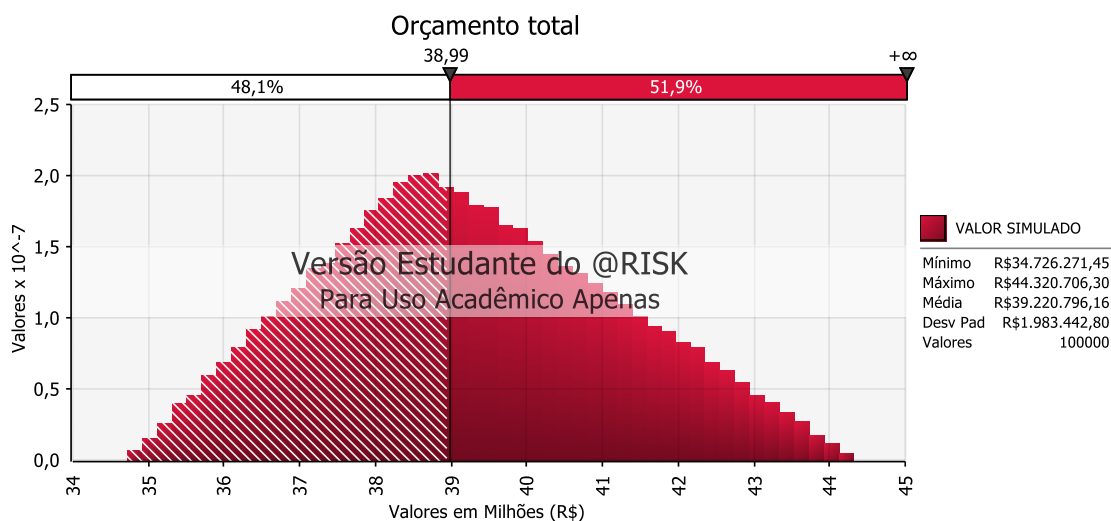
Gráfico 1 – Intervalo de confiança para ocorrência do orçamento estimado



Fonte: Autora, 2017.

Para tanto, faz-se necessário compreender, qual a probabilidade do valor do orçamento estimado encontra-se dentro do intervalo de confiança. Isso demonstrou uma probabilidade de ocorrência de apenas 48,1%. Ou seja, só teria 48,1% de probabilidade do orçamento estimado estar contido no intervalo de confiança, como mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança

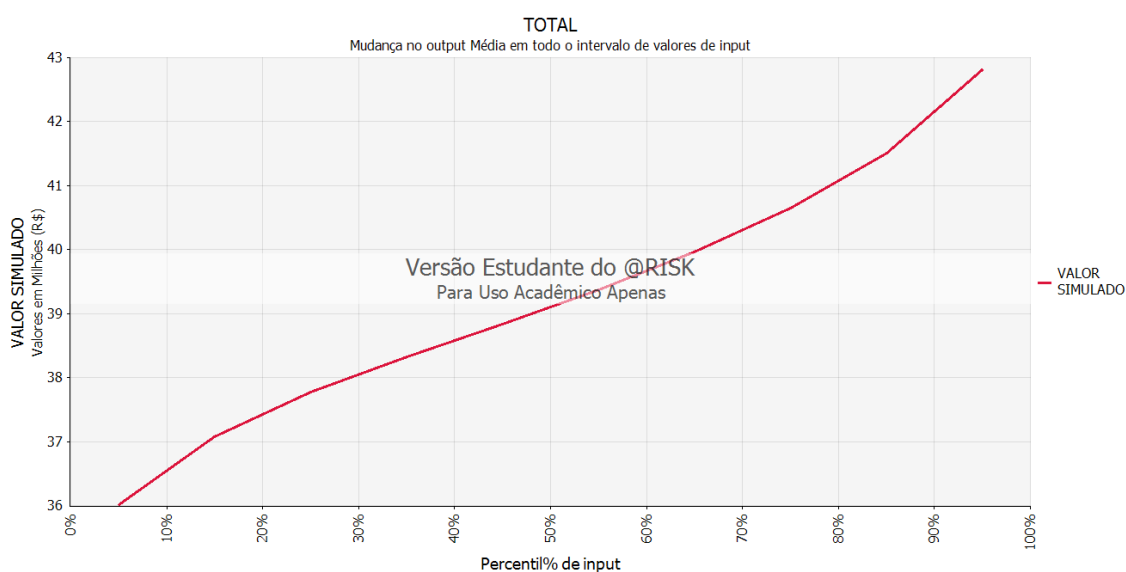


Fonte: Autora, 2017.

Isso possibilita uma melhor compreensão do Gráfico 3, onde o modelo possibilita ao empreendedor a verificação para cada valor de orçamento uma determinada probabilidade de ocorrência, onde para cada valor poderá apresentar uma maior ou menor probabilidade dos orçamentos estimados e executados serem iguais.

Como exemplo, um orçamento com valor de 40,5 milhões de reais teria aproximadamente 70% de probabilidade de ocorrência.

Gráfico 3 – Valor do Orçamento Total X Probabilidade



Fonte: Autora, 2017.

Para melhor compreender a sensibilidade do modelo fez-se verificações e ajustes considerando três cenários diferentes mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Apresentação dos cenários verificados na análise proposta

Cenário 1	Nesse cenário foram ajustadas apenas as atividades que apresentaram as maiores variações (em termo de valores em porcentagem). Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os dois orçamentos.
Cenário 2	Nesse cenário foram ajustadas apenas as atividades que representaram os maiores custos (em termos de valores em reais). Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os dois orçamentos.
Cenário 3	Nesse cenário foram ajustadas as atividades executadas com custos superiores. Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os dois orçamentos.

Fonte: Autora, 2017.

Para escolha desses cenários se baseou nas variações entre os orçamentos estimados e executados mostradas no Apêndice B.

A escolha desses cenários compõe a análise de sensibilidade, que por sua vez, consiste em avaliar as alterações nos resultados observados no orçamento estimado total, após alterações em custos das atividades chaves ao longo de, normalmente, três situações (mais provável, pessimista e otimista). Portanto, quantifica a sensibilidade dos resultados em relação às mudanças em uma variável de entrada, mantendo os outros fatores constantes. A quantificação dessas hipóteses é representada através do aumento ou diminuição percentual em relação ao valor esperado. Após essa variação, um novo orçamento foi simulado.

Nesse instante, torna-se importante destacar que cada geração da série de números significa um cenário possível de ocorrer. Esse evento tem então probabilidade diferente de zero de ocorrer e gera uma saída que deve ser registrada em uma lista para posterior inferência a respeito da variáveis de saída.

A geração de um novo cenário é feita simultaneamente seguindo o mesmo processo de aleatoriedade, e seus valores ajustados são registrados na lista novamente. Este processo de geração de dados de entrada e registro dos resultados é simulado tantas vezes que o usuário achar necessário.

Outro ponto importante de destacar refere-se ao número de simulações que a maioria dos softwares disponíveis conseguem fazer, dando assim uma confiança maior quanto ao processo de simulação, já que quanto mais simulações mais representativo da realidade tornam-se os valores. Quanto maior o número de interações, mais a distribuição dos valores de saída deve aproximar-se de uma distribuição de probabilidade normal.

Cenário 1 – As atividades de maiores impactos sem variações

No cenário 1 considerou-se as atividades mostradas na tabela 2 ajustadas, ou seja, as mesmas apresentando os mesmos custos para o orçamento estimado e o orçamento executado.

Escolheu-se esse cenário em virtude dessas atividades terem apresentado grande variações, e por esse motivo, quando ajustadas, apresentaria uma melhor formulação dos resultados.

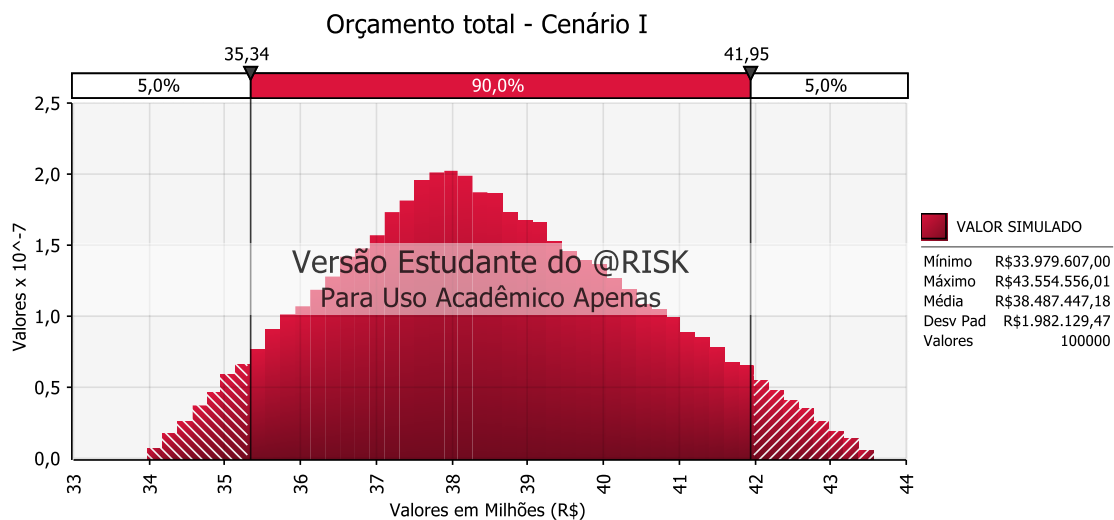
Tabela 2 – Atividades ajustadas para compor o cenário I do Orçamento Total

ATIVIDADES	O. Estimado	O. Executado	VARIAÇÕES	%
Alvenarias de blocos de gesso	R\$ 1.008.248,59	R\$ 544.453,92	R\$ 463.794,67	85,19%
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 480.251,67	R\$ 257.414,53	R\$ 222.837,14	86,57%
Movimento de terra	R\$ 225.997,10	R\$ 122.038,38	R\$ 103.958,72	85,19%
Fundações contenções	R\$ 98.881,49	R\$ 56.134,74	R\$ 42.746,75	76,15%
Fundações indiretas	R\$ 265.655,72	R\$ 153.096,97	R\$ 112.558,75	73,52%
Revestimentos de pisos internos	R\$ 369.467,16	R\$ 207.972,97	R\$ 161.494,19	77,65%
Instalações frigorígenas	R\$ 192.972,89	R\$ 96.486,00	R\$ 96.486,89	100,00%
INSS	R\$ 1.538.609,74	R\$ 907.779,90	R\$ 630.829,84	69,49%

Fonte: Autora, 2017.

Neste cenário averiguou-se que caso as atividades com maiores variações tivessem os mesmos valores tanto para o orçamento estimado quanto para o orçamento executado, o orçamento estaria entre um intervalo entre 35,34 a 41,95 milhões de reais, como mostrado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Orçamento total após ajustes proposto no cenário I

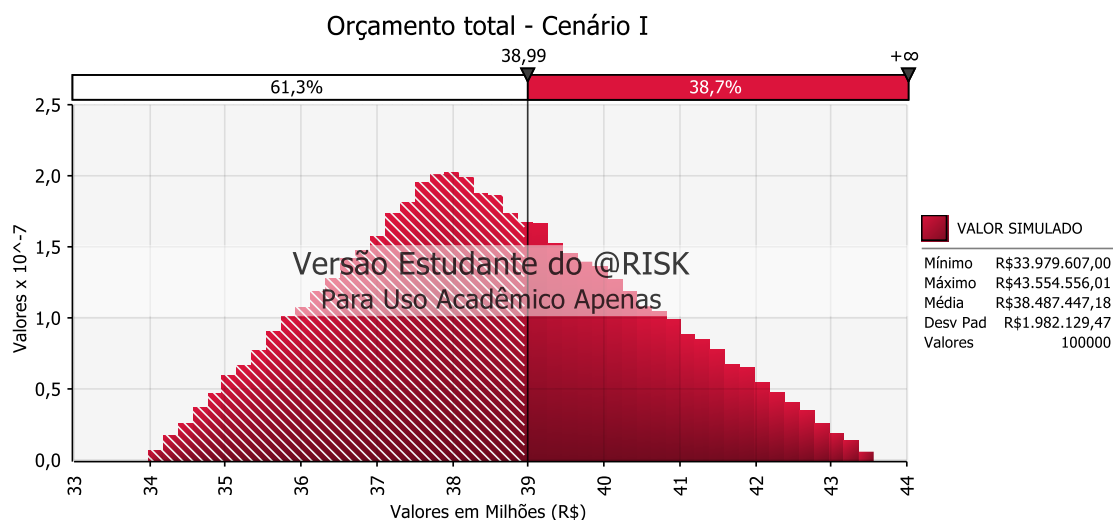


Fonte: Autora, 2017.

A partir do Gráfico 4, a probabilidade de ocorrência do orçamento executado estar dentro deste novo intervalo de confiança, passaria de 48,1% a 61,3% de probabilidade. Obtendo com isso um aumento de probabilidade de 13,2%, que se apresenta de forma

bastante significativa quando trata-se de custos de um empreendimento. Isso pode ser verificado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário I, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Apresentação dos dados obtidos no cenário I

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Orçamento sem ajustes	36,08 a 42,7 milhões de reais.	48,1%
Cenário I	35,34 a 41,95 milhões de reais,	61,3%
Variações	6,62 a 6,61	13,4%

Fonte: Autora, 2017.

O orçamento sem ajustes apresentou uma aproximação entre o intervalo de confiança de 6,62 milhões de reais, enquanto no cenário I apresentou valor de 6,61 milhões de reais. Essa pequena melhoria refletiu de modo significativo para um aumento de probabilidade do orçamento executada encontrar-se incluso nesses intervalos.

Cenário 2 – As atividades de maiores custos terem valores semelhantes

No cenário 2 considerou-se que as atividades mostradas na tabela 4 apresentariam pouca variação, ou seja, as mesmas apresentariam custos próximos para o orçamento estimado e o orçamento executado.

Esse cenário foi escolhido pois suas atividades compõem os maiores custos do orçamento total, e até então, acreditava-se terem um maior impacto quanto ao valor do orçamento executado ter uma maior ou menor probabilidade de encontrar-se dentro do intervalo de confiança.

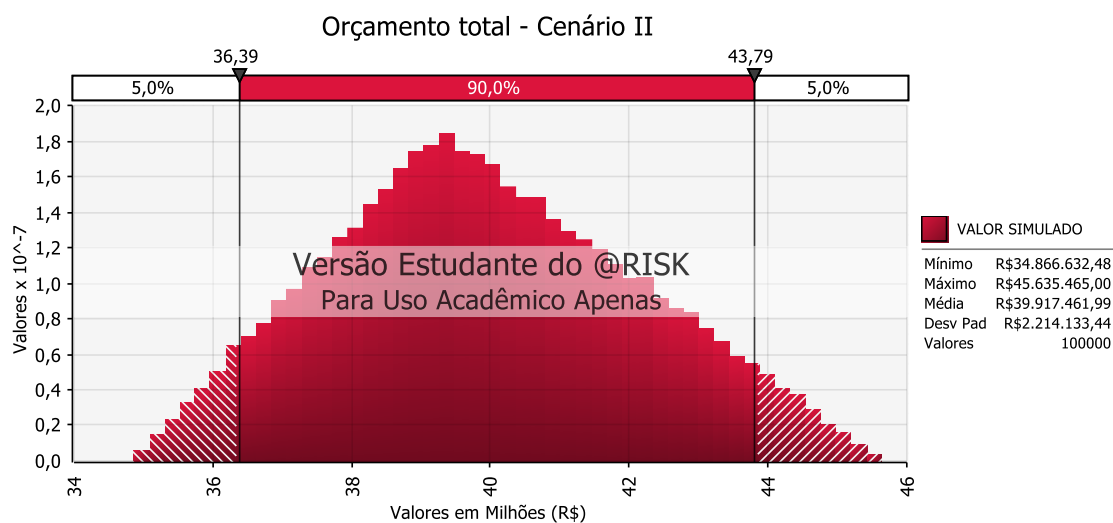
Tabela 4 – Atividades ajustadas para compor o cenário II

ATIVIDADES	TOTAL CORRIGIDO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
Máquinas, equipamentos e ferramentas	R\$ 1.273.690,78	R\$ 1.422.712,60	-R\$ 149.021,82
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 632.940,19	R\$ 455.716,00	R\$ 177.224,19
Alvenarias de blocos de gesso	R\$ 1.008.248,59	R\$ 544.453,92	R\$ 463.794,67
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 480.251,67	R\$ 257.414,53	R\$ 222.837,14
Revestimentos internos e externos	R\$ 817.587,73	R\$ 1.011.355,12	-R\$ 193.767,39
Revestimentos de pisos internos	R\$ 1.637.465,05	R\$ 2.222.040,01	-R\$ 584.574,95
Esquadrias de alumínio	R\$ 1.542.346,16	R\$ 1.386.569,05	R\$ 155.777,10
Elevadores	R\$ 728.022,68	R\$ 1.400.736,00	-R\$ 672.713,32
Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.790.487,40	-R\$ 180.626,29
Instalações de voz e dados	R\$ 416.504,93	R\$ 305.297,43	R\$ 111.207,50
Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.595.183,44	R\$ 1.100.676,27	R\$ 494.507,17
INSS	R\$ 1.538.609,74	R\$ 907.779,90	R\$ 630.829,84
FGTS	R\$ 427.391,60	R\$ 587.334,00	-R\$ 159.942,40

Fonte: Autora, 2017.

Após os ajustes nessas atividades, os valores foram novamente simulados. Isso refletiu em um novo intervalo de confiança compreendido entre 36,39 e 43,79 milhões de reais mostrado no Gráfico 6.

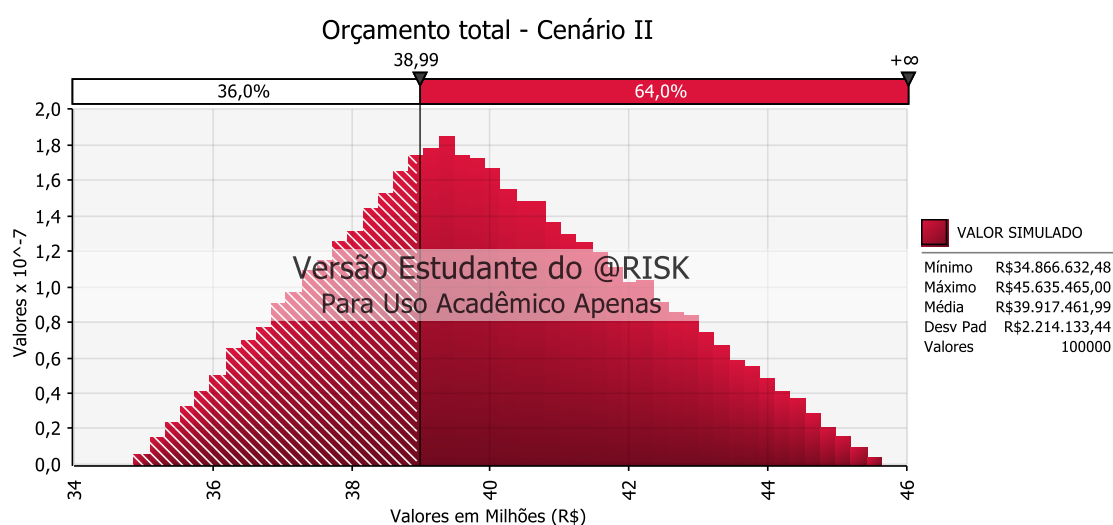
Gráfico 6 – Orçamento total após ajustes proposto no cenário II



Fonte: Autora, 2017.

A partir deste novo intervalo de confiança, verificou-se a probabilidade do orçamento executivo encontrar-se no mesmo. Isso, tornou-se contraditório em relação ao que se esperava. Pois essa probabilidade tornou-se menor, apesar de terem sido ajustadas atividades com grandes diferenças entre os dois orçamento. Então isso refletiu uma probabilidade de apenas 36%, como mostrado no Gráfico 7, justificando-se por se tratar apenas de uma simulação.

Gráfico 7 - Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário II



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário II, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 – Apresentação dos dados obtidos no cenário II

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Orçamento sem ajustes	36,08 a 42,7 milhões de reais.	48,1%
Cenário II	36,39 e 43,79 milhões de reais,	36%
Variações	6,62 a 7,4 milhões de reais	12,1%

Fonte: Autora, 2017.

O orçamento sem ajustes apresentou uma aproximação entre o intervalo de confiança de 6,62 milhões de reais, enquanto no cenário II apresentou valor de 7,4 milhões de reais. Essa grande variação entre os dois intervalos de confiança refletiu de modo significativo para uma redução de probabilidade do orçamento executado encontrar-se incluso nesses intervalos.

Cenário 3 – As atividades executadas com custos superiores aos estimados serem ajustadas

No cenário 3 considerou-se que as atividades mostradas na tabela 6. Estas correspondem as atividades executadas com valores acima dos quais foram estimadas. Assim, para o cenário em questão fez-se ajustes de modo a torna-las com pouca variação, ou seja, as mesmas apresentariam custos próximos para o orçamento estimado e o orçamento executado.

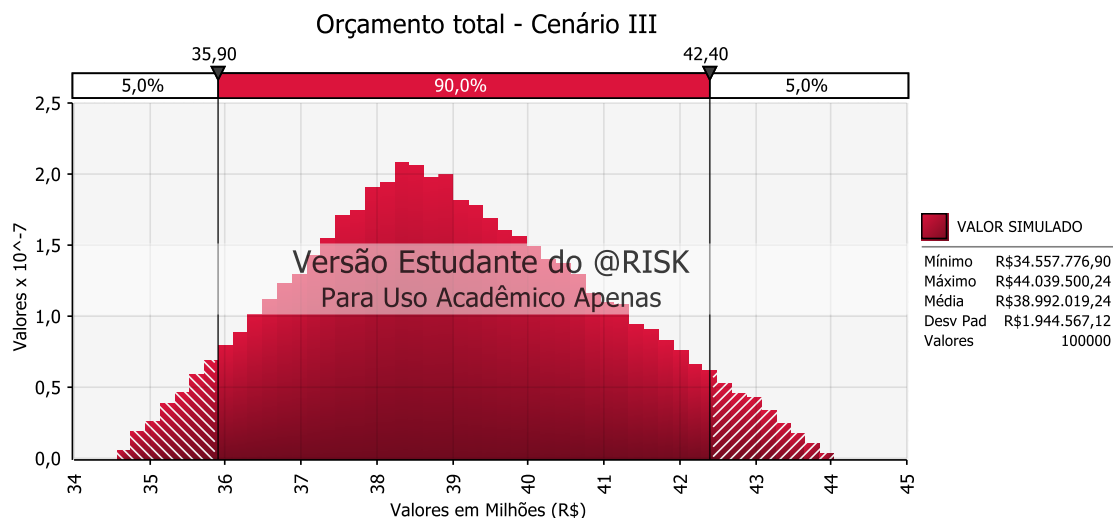
Tabela 6 - Atividades ajustadas para compor o cenário III

ATIVIDADES	TOTAL CORRIGIDO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
Segurança do trabalho	R\$ 1.104.437,64	R\$ 1.162.641,50	-R\$ 58.203,86
Máquinas, equipamentos e ferramentas	R\$ 1.273.690,78	R\$ 1.422.712,60	-R\$ 149.021,82
Painéis pré-moldados	R\$ 12.543,52	R\$ 46.785,39	-R\$ 34.241,87
Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.790.487,40	-R\$ 180.626,29
Instalações de combate a incêndios	R\$ 833.709,59	R\$ 858.720,27	-R\$ 25.010,68
Fgts	R\$ 427.391,60	R\$ 587.334,00	-R\$ 159.942,40

Fonte: Autora, 2017.

Após os ajustes nas atividades apresentadas na tabela 6, fez-se uma nova simulação do orçamento total. Isso refletiu em um novo intervalo de confiança compreendido entre 35,90 e 42,40 milhões de reais como mostrado no Gráfico 8.

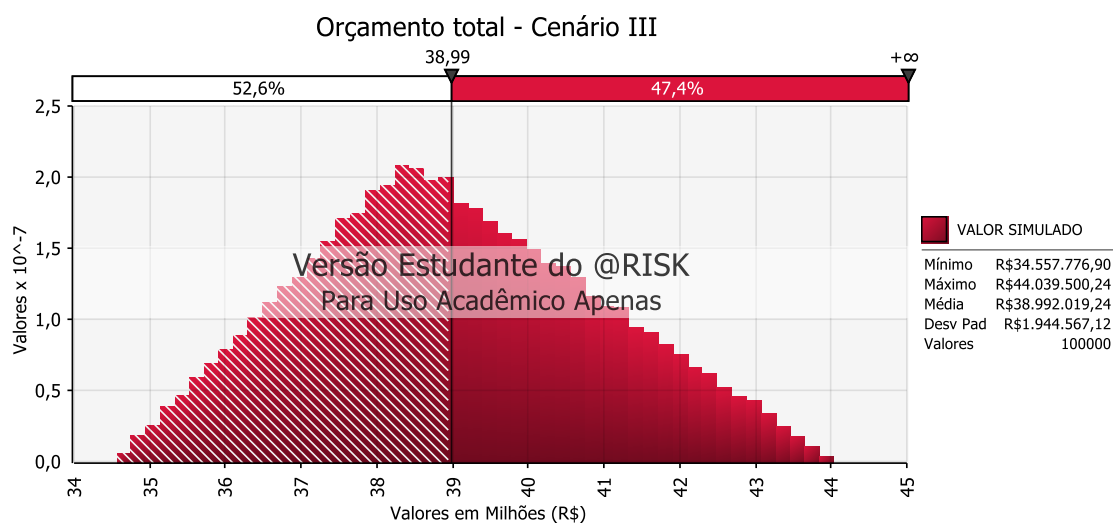
Gráfico 8 – Orçamento total após ajustes proposto no cenário III



Fonte: Autora, 2017.

Do mesmo modo analisado nos cenários I e II, verifica-se que a partir do Gráfico 8, a probabilidade de ocorrência do orçamento executado estar dentro deste novo intervalo de confiança, passaria de 48,1% a 52,6% de probabilidade, como mostrado no Gráfico 9. Obtendo com isso um aumento de probabilidade de 4,5%. Esse aumento, torna-se de grande relevância, apesar de representar uma pequena porcentagem, pois significa um aumento na probabilidade do gestor acertar o seu orçamento estimado.

Gráfico 9 - Probabilidade do orçamento total executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário III



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário III, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 7:

Tabela 7 – Apresentação dos dados obtidos no cenário III

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Orçamento sem ajustes	36,08 a 42,7 milhões de reais.	48,1%
Cenário III	35,9 e 42,4 milhões de reais,	52,6%
Variações	6,62 a 6,5 milhões de reais	4,5%

Fonte: Autora, 2017.

Dessa forma, pode-se afirmar que o orçamento sem ajustes apresentou uma aproximação entre o intervalo de confiança de 6,62 milhões de reais, enquanto no cenário III apresentou valor de 6,5 milhões de reais. Essa pequena variação, que por sua vez, já mostrou de grande relevância, entre os dois intervalos de confiança refletiu de modo significativo para um aumento de probabilidade do orçamento executado encontrar-se incluso nesses intervalos.

Na Tabela 8 é possível visualizar o resumo dos resultados obtidos no orçamento total sem ajustes e nos orçamentos ajustados conforme propostos nos cenários I, II e III. É possível fazer uma relação direta entre as aproximações existentes para cada intervalo de confiança e a probabilidade do valor do orçamento executado estar contido nesses intervalos. Verificando que quanto menor a diferença entre os valores dos intervalos, maior será a probabilidade do fenômeno ocorrer.

Tabela 8 – Resumos dos resultados obtidos na análise do Orçamento Total

Simulação Monte Carlo	Intervalo de confiança	Probabilidade com valor do orçamento executado com ajustes para cada cenário
Cenário I	36,08 a 42,7 milhões de reais (6,61 milhões)	61,3
Cenário II	36,39 e 43,79 milhões de reais (7,4 milhões)	36
Cenário III	35,9 e 42,4 milhões de reais (6,5 milhões)	52,6
Orçamento sem ajustes	36,08 a 42,7 milhões de reais (6,62 milhões)	48,1

Fonte: Autora, 2017.

A partir da Tabela 8, verifica-se que os cenários I e III tornaram-se boas alternativas para melhoria do orçamento.

Com esses dados, o gestor pode então orçar o resultado para cada situação. Sendo assim, um bom e adequado ato de orçar exige premissas bem fundamentadas e embasadas em conceitos extremamente coerentes. Para prever um comportamento, deve-se ter um sólido ponto de partida, assim como ideias que sustentem adequadamente as extrapolações futuras. Caso isso não aconteça, a diferença entre o estimado e o executado poderá ser muito grande. E essa diferença indica o quanto o ato foi mal feito.

De modo geral, é muito difícil identificar uma situação onde na elaboração do orçamento não exista nenhum tipo de risco associado. Na realidade, a existência de risco é inerente a este ato, uma vez que o orçamento consiste no processo de previsão do futuro, de antever o que pode acontecer e os desdobramentos que se sucederão ao longo do tempo. O mesmo ainda significa traçar um comportamento esperado para algo que ainda vai acontecer.

Para a determinação deste risco faz-se uso do desvio padrão como medidor desta variância, pois fornece o resultado com a mesma dimensão dos valores observados. Desta forma, pode-se afirmar que o desvio padrão consiste na raiz quadrada da variância, e visa medir a distância de cada ponto analisado e a média de todos os valores.

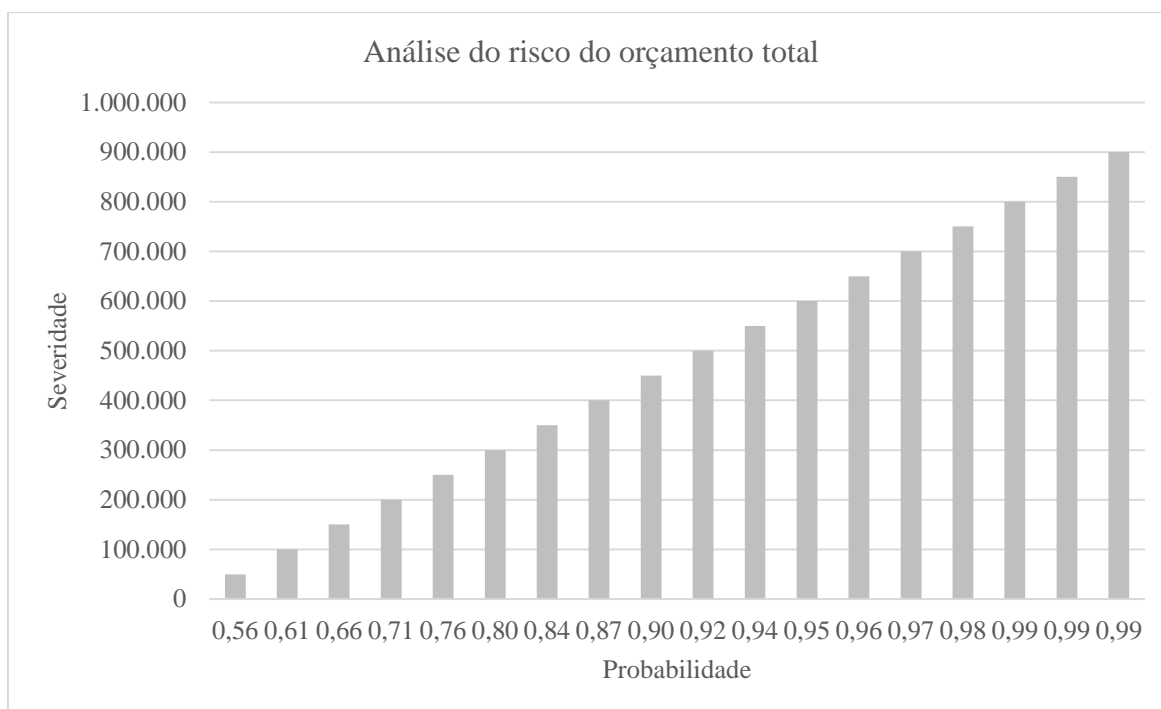
Para tanto verifica-se que quanto maior o desvio padrão, maior o risco. Ou seja, maior será a probabilidade de ocorrer valores menores ou maiores em relação ao valor médio determinado para cada conjunto de números aleatórios gerados no ato da simulação.

No gráfico 10 é possível conferir os dados referentes aos valores de severidade relacionados a probabilidade de ocorrência. Para cada valor de severidade tem-se uma probabilidade correspondente.

Daí considerando o conceito para risco de Limmer: $R = CAE \times POE$; onde, o risco (R) é decorrente das consequências adversas de um evento – a severidade, resultantes da probabilidade de ocorrência deste evento; é possível calcular este risco. Nesse caso considerou-se uma probabilidade máxima de 99%.

Como exemplo, para uma severidade de 50.000, tem-se uma probabilidade de 0,56% e um risco de 28.000. Verifica-se que quanto maior a severidade de um processo, maior será o risco do mesmo.

Gráfico 10 – Análise dos custos totais quanto à probabilidade e severidade do risco



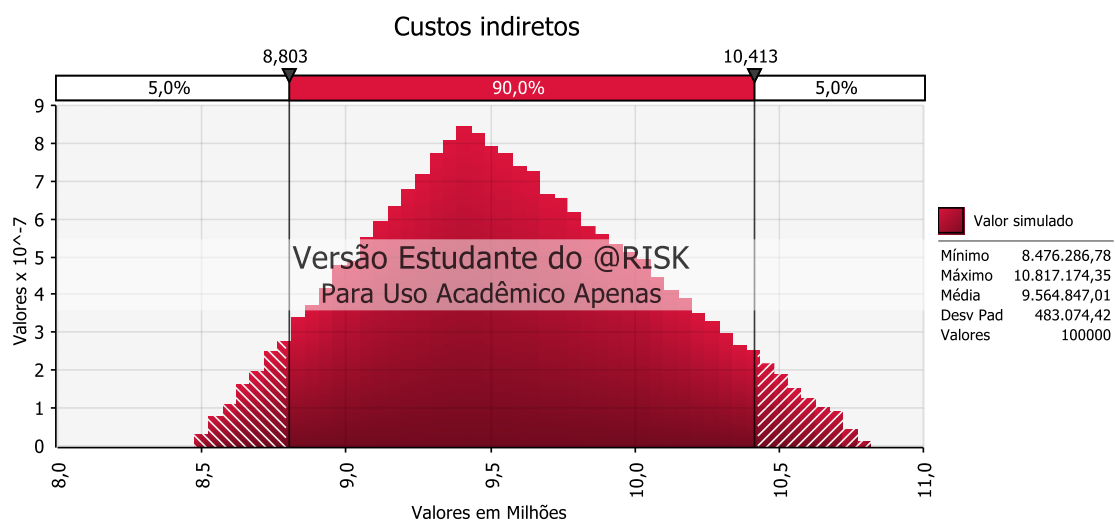
Fonte: Autora, 2017.

Em um exercício de orçar deve-se buscar diminuir ao máximo a influência do risco de não atingir o cenário esperado. A existência do risco deve ser considerada em qualquer tipo de orçamento, como no processo de orçamento total verificado acima, não podendo ser ignorada ou relegada à parte, sob pena de haver um desvio considerável em relação ao orçamento.

4.2 Custos indiretos

Para análise dos custos indiretos, que representa 22,99% do orçamento total, fez-se uma simulação com 100 000 iterações, com um intervalo de confiança de 90%. A partir dos resultados fornecidos verificou-se, como mostrado no Gráfico 11, que dentro deste intervalo de confiança os custos indiretos não será menor do que 8,803 milhões e também não excederá um valor de 10,413 milhões de reais.

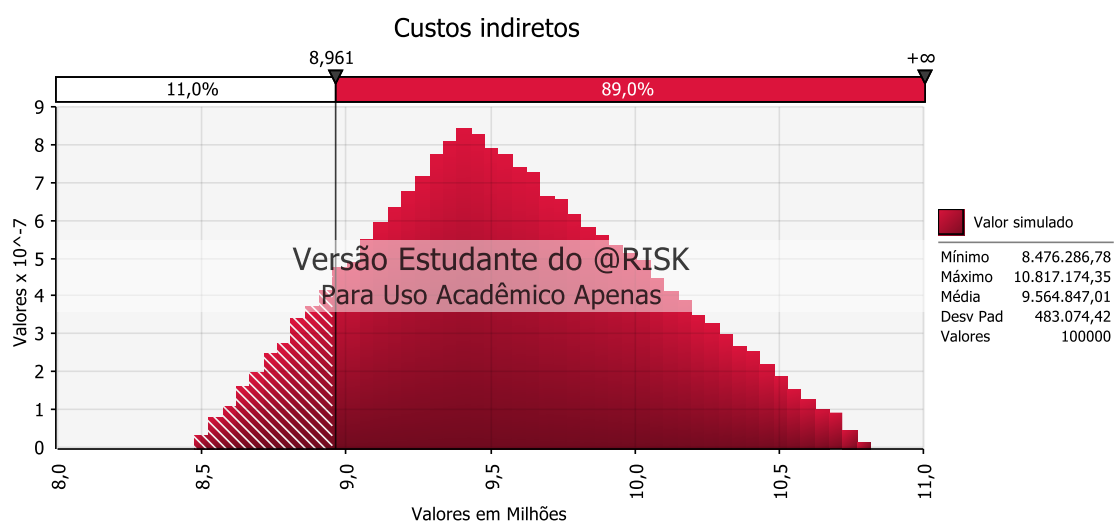
Gráfico 11 – Intervalo de confiança para ocorrência do custos indiretos estimado



Fonte: Autora, 2017.

Para tanto, faz-se necessário compreender, qual a probabilidade do valor executado ter sido igual ao estimado, ou ao menos encontrar-se dentro do intervalo de confiança escolhido. Isso demonstrou uma probabilidade de ocorrência de apenas 11%. Ou seja, só teria 11% de probabilidade dos custos indiretos ocorrerem dentro do intervalo de confiança, como mostrado no Gráfico 12.

Gráfico 12 – Probabilidade dos custos indiretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança

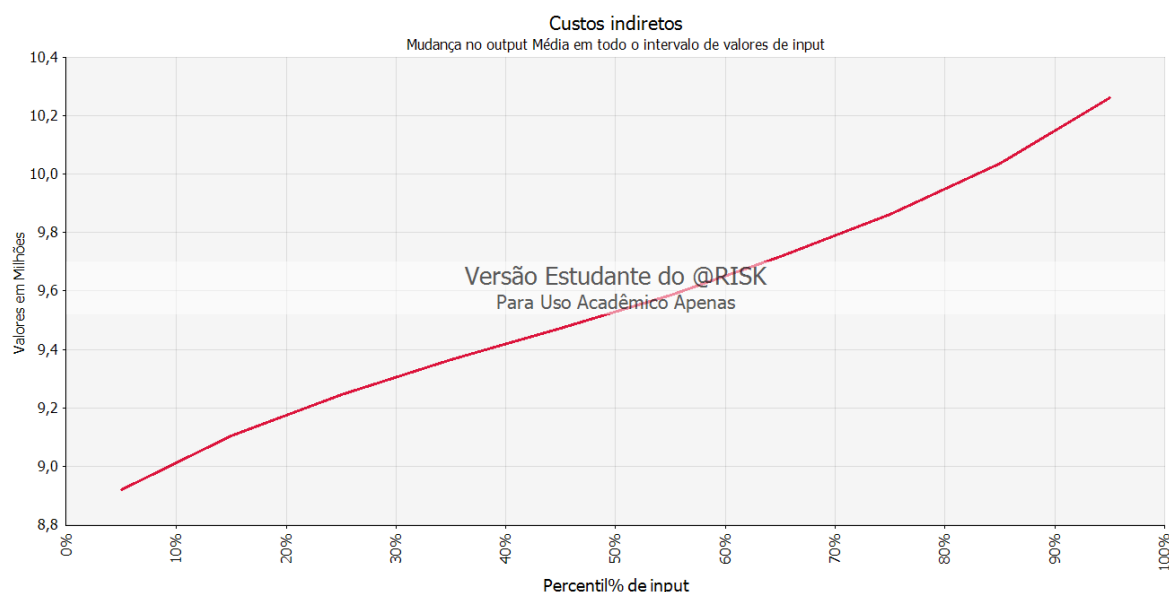


Fonte: Autora, 2017.

Isso possibilitou uma melhor compreensão do Gráfico 13, onde o modelo possibilita ao empreendedor a verificação para cada valor de custos indiretos uma determinada probabilidade de ocorrência, onde para cada valor poderá apresentar uma maior ou menor probabilidade dos custos indiretos estimados e executados serem iguais.

Como exemplo, considerando os custos indiretos com o valor de 9,8 milhões de reais teria aproximadamente 70% de probabilidade de ocorrência.

Gráfico 13 – Valor do Custos Indiretos X Probabilidade



Fonte: Autora, 2017.

Para melhor compreender a sensibilidade do modelo quanto aos custos indiretos fez-se verificações e ajustes em todas as seis atividades, considerando assim, apenas um cenário para estes custos.

O cenário escolhido para averiguar a sensibilidade do modelo quanto aos custos indiretos é mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Apresentação do cenário verificado na análise proposta para os custos indiretos

Cenário 1	Nesse cenário foram ajustadas todas as atividades dos custos indiretos. Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os custos indiretos estimados e executados.
-----------	--

Fonte: Autora, 2017.

Cenário 1 – Ajustes em todas atividades

No cenário 1 considerou-se as atividades mostradas na tabela 10 ajustadas, apresentando os mesmos custos para o orçamento estimado e o orçamento executado.

Escolheu-se esse cenário em virtude dos custos indiretos serem compostos apenas de seis atividades e todas apresentando basicamente o mesmo grau de variações, e por esse motivo, quando ajustadas, apresentaria uma melhor formulação dos resultados.

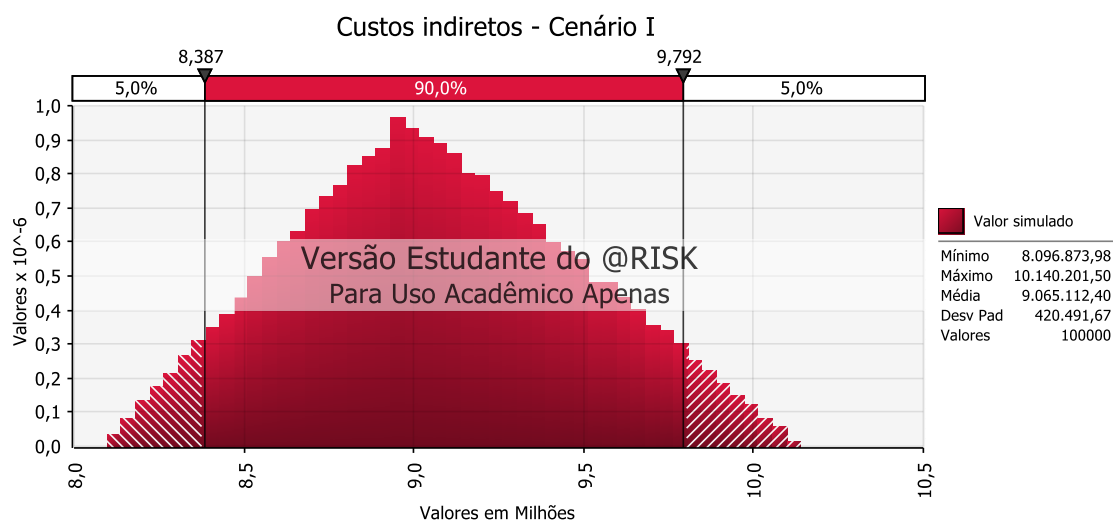
Tabela 10 – Atividades ajustadas para compor o cenário I dos custos indiretos

ATIVIDADES	TOTAL CORRIGIDO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	R\$ 4.727.669,46	R\$ 4.557.472,91	R\$ 170.196,55
CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 804.856,95	R\$ 860.230,09	-R\$ 55.373,14
DESPESAS MENSAS	R\$ 645.916,53	R\$ 598.441,17	R\$ 47.475,35
SERVIÇOS TÉCNICOS	R\$ 394.589,32	R\$ 360.259,76	R\$ 34.329,56
SEGURANÇA DO TRABALHO	R\$ 1.104.437,64	R\$ 1.162.641,50	-R\$ 58.203,86
MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	R\$ 1.273.690,78	R\$ 1.422.712,60	-R\$ 149.021,82

Fonte: Autora, 2017.

Após os ajustes nessas atividades, os valores foram novamente simulados. Isso refletiu em um novo intervalo de confiança compreendido entre 8,387 e 9,792 milhões de reais, mostrado no gráfico 14.

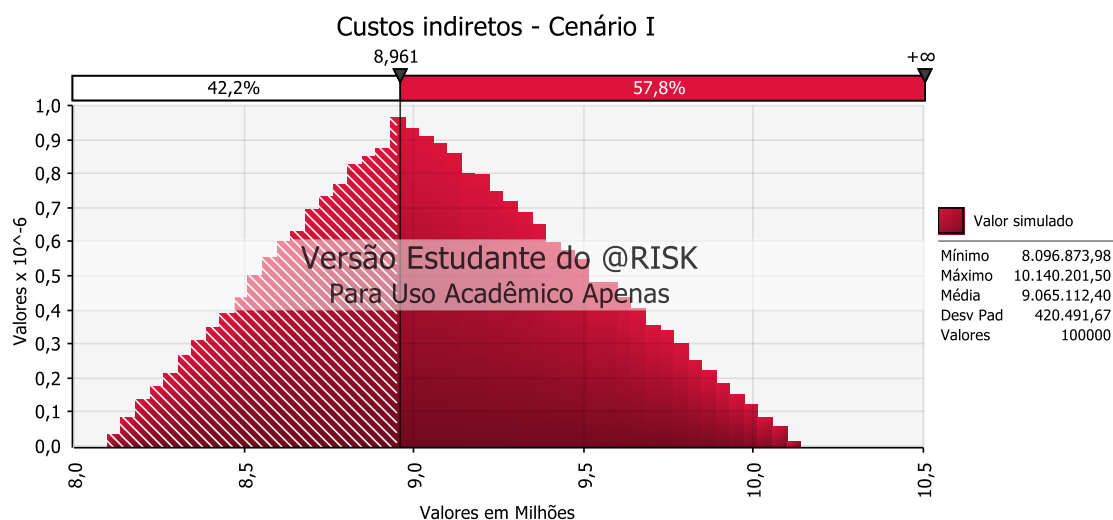
Gráfico 14 – Intervalo de confiança dos custos indiretos após ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

Com isso, a partir do Gráfico 14, a probabilidade de ocorrência do valor dos custos indiretos executado estar dentro deste novo intervalo de confiança, passaria de 11% a 42,2% de probabilidade (Gráfico 15). Obtendo com isso um aumento de probabilidade de 31,2%, que se apresenta de forma bastante significativa quando trata-se de custos de um empreendimento.

Gráfico 15 - Probabilidade dos custos indiretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário I, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 11:

Tabela 11 – Apresentação dos dados obtidos no cenário II

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Custos indiretos sem ajustes	8,803 a 10,413 milhões de reais.	11%
Cenário I	8,387 e 9,792 milhões de reais.	42,2%
Variações	1,61 a 1,405 milhões de reais	31,2%

Fonte: Autora, 2017.

Dessa forma, pode-se afirmar que os custos indiretos sem ajustes apresentaram uma aproximação entre o intervalo de confiança de 1,61 milhões de reais, enquanto no cenário I apresentou valor menor de 1,405 milhões de reais. Essa grande variação, que por sua vez, mostrou-se de grande relevância, entre os dois intervalos de confiança refletiu

de modo significativo para um aumento de probabilidade dos custos indiretos executado encontrar-se incluso nesse intervalo.

No gráfico 16 é possível conferir os dados referentes valores de severidade relacionados a probabilidade de ocorrência. Para cada valor de severidade tem-se uma probabilidade correspondente.

Gráfico 16 – Análise dos custos indiretos quanto à probabilidade e severidade do risco

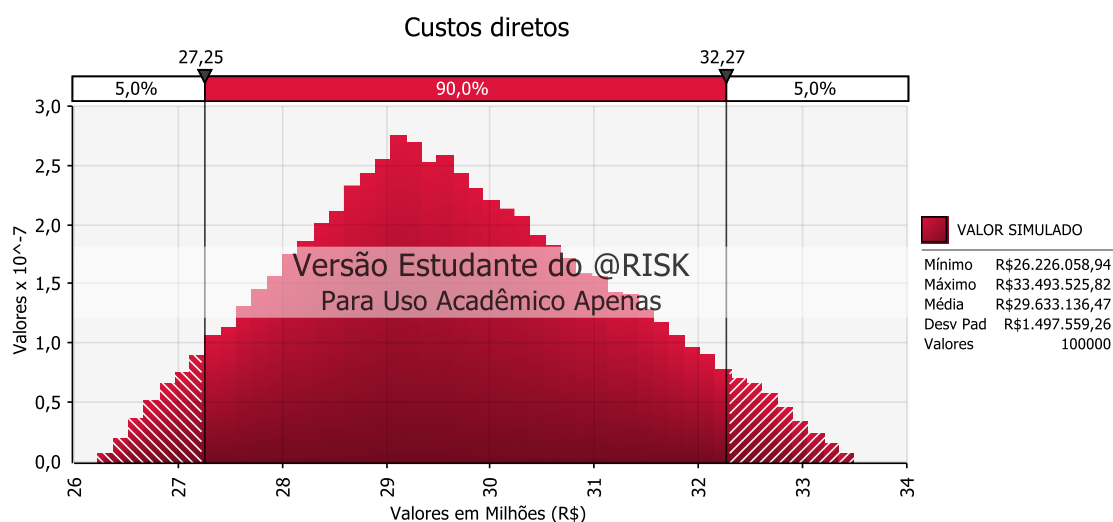


Fonte: Autora, 2017.

4.3 Custos diretos

Para análise dos custos diretos, que representa 77,01% do orçamento total, fez-se uma simulação com 100 000 iterações, com um intervalo de confiança de 90%. A partir dos resultados fornecidos verificou-se, como mostrado no Gráfico 17, que dentro deste intervalo de confiança os custos indiretos não será menor do que 27,25 milhões e também não excederá um valor de 32,27 milhões de reais.

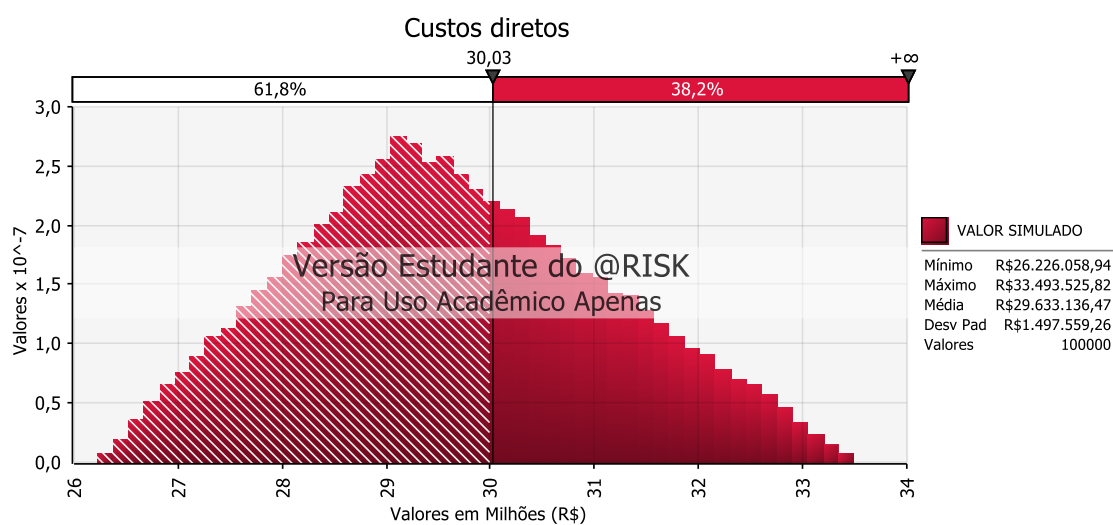
Gráfico 17 – Intervalo de confiança para ocorrência dos custos diretos estimado



Fonte: Autora, 2017.

A partir do Gráfico 17 verificou-se a probabilidade do valor dos custos diretos executado ter sido igual ao estimado, ou ao menos encontrar-se dentro do intervalo de confiança escolhido. Isso demonstrou uma grande probabilidade de ocorrência de 61,8%. Ou seja, existe 61,8% de probabilidade dos custos diretos ocorrerem dentro do intervalo de confiança, como mostrado no Gráfico 18.

Gráfico 18 – Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança

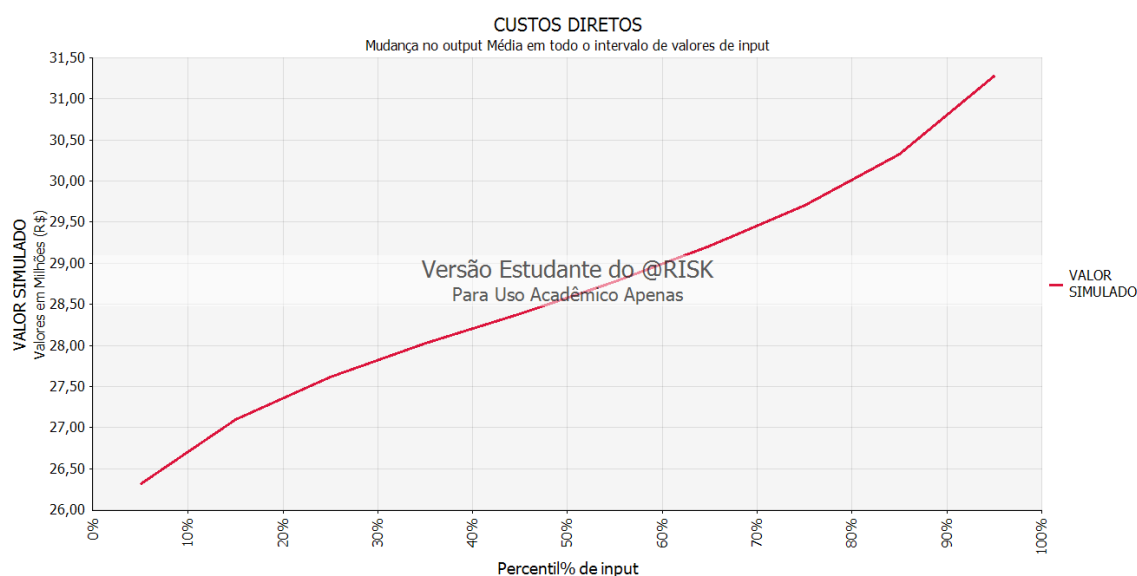


Fonte: Autora, 2017.

Isso possibilitou uma melhor compreensão do Gráfico 19, onde o modelo possibilita ao empreendedor a verificação para cada valor de custos diretos uma determinada probabilidade de ocorrência, onde para cada valor poderá apresentar uma maior ou menor probabilidade dos custos diretos estimados e executados serem iguais.

Como exemplo, considerando os custos indiretos com o valor de 29,5 milhões de reais teria aproximadamente 70% de probabilidade de ocorrência.

Gráfico 19 – Valor do Custos diretos X Probabilidade



Fonte: Autora, 2017.

Para melhor compreender a sensibilidade do modelo fez-se verificações e ajustes considerando três cenários diferentes mostrados na Tabela 12 a seguir.

Tabela 12 – Apresentação dos cenários verificados na análise proposta para os custos diretos

Cenário 1	Nesse cenário foram ajustadas apenas as atividades que representaram os maiores custos (em termos de valores em reais). Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os dois orçamentos.
Cenário 2	Nesse cenário foram ajustadas as atividades executadas com custos superiores. Esse ajuste foi realizado com o intuito de garantir uma semelhança entre os dois orçamentos.

Fonte: Autora, 2017.

A escolha desses cenários compõe a análise de sensibilidade, que por sua vez, consiste em avaliar as alterações nos resultados observados nos custos diretos, após

alterações em custos das atividades chaves ao longo de, normalmente, três situações (mais provável, pessimista e otimista). Portanto, quantifica a sensibilidade dos resultados em relação às mudanças em uma variável de entrada, mantendo os outros fatores constantes.

A quantificação dessas hipóteses é representada através do aumento ou diminuição percentual em relação ao valor esperado de uma variável por vez.

Cenário 1 – As atividades de maiores custos terem valores semelhantes

No cenário 1 considerou-se as atividades mostradas na tabela 13 ajustadas, ou seja, as mesmas apresentando os mesmos valores para os custos diretos estimado e executado. Esse cenário foi escolhido pois suas atividades compõem os maiores valores dos custos diretos.

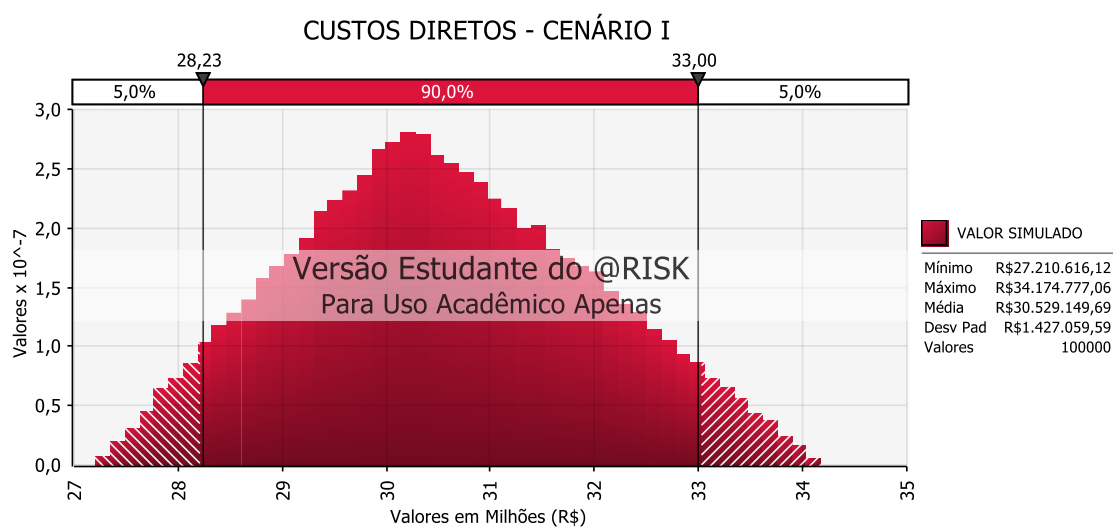
Tabela 13 – Atividades ajustadas para compor o cenário I

ATIVIDADES	TOTAL CORRIGIDO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 632.940,19	R\$ 455.716,00	R\$ 177.224,19
Alvenarias de blocos de gesso	R\$ 1.008.248,59	R\$ 544.453,92	R\$ 463.794,67
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 480.251,67	R\$ 257.414,53	R\$ 222.837,14
Revestimentos internos e externos	R\$ 817.587,73	R\$ 1.011.355,12	-R\$ 193.767,39
Revestimentos de pisos internos	R\$ 1.637.465,05	R\$ 2.222.040,01	-R\$ 584.574,95
Esquadrias de alumínio	R\$ 1.542.346,16	R\$ 1.386.569,05	R\$ 155.777,10
Elevadores	R\$ 728.022,68	R\$ 1.400.736,00	-R\$ 672.713,32
Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.790.487,40	-R\$ 180.626,29
Instalações de voz e dados	R\$ 416.504,93	R\$ 305.297,43	R\$ 111.207,50
Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.595.183,44	R\$ 1.100.676,27	R\$ 494.507,17
INSS	R\$ 1.538.609,74	R\$ 907.779,90	R\$ 630.829,84
FGTS	R\$ 427.391,60	R\$ 587.334,00	-R\$ 159.942,40

Fonte: Autora, 2017.

Após os ajustes nessas atividades, os valores foram novamente simulados. Isso refletiu em um novo intervalo de confiança compreendido entre 28,23 e 33 milhões de reais, mostrado no Gráfico 20.

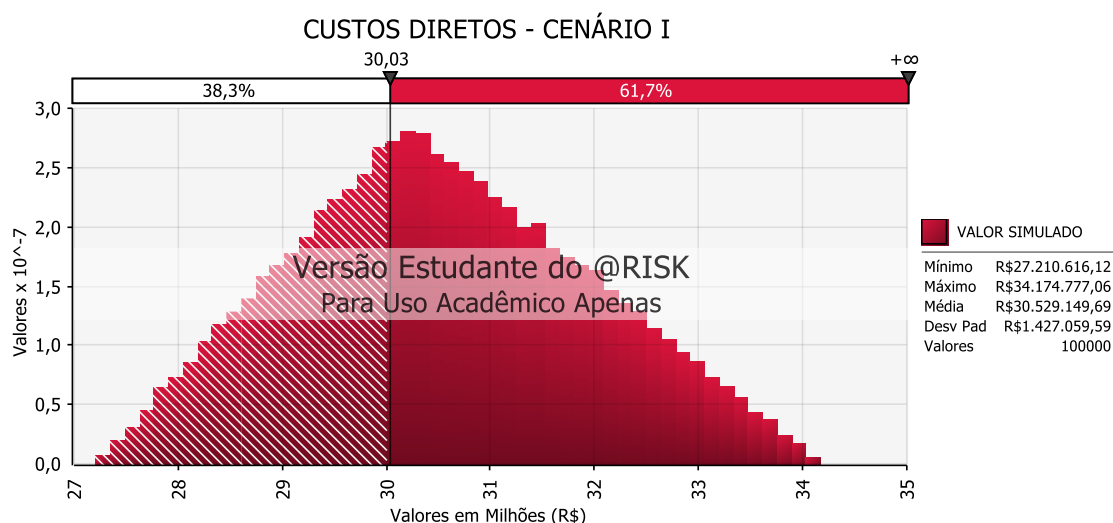
Gráfico 20 – Intervalo de confiança dos custos diretos após ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

A partir do Gráfico 20 verificou-se a probabilidade do valor dos custos diretos executado ter sido igual ao estimado, ou ao menos encontrar-se dentro do intervalo de confiança escolhido. Isso demonstrou uma grande probabilidade de ocorrência de 38,3%. Ou seja, existe 38,3% de probabilidade dos custos diretos ocorrerem dentro do intervalo de confiança, como mostrado no Gráfico 21.

Gráfico 21 - Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário I, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 14:

Tabela 14 – Apresentação dos dados obtidos no cenário I

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Custos diretos sem ajustes	27,25 e 32,27 milhões de reais.	61,8%
Cenário I	28,23 e 33 milhões de reais.	38,3%
Variações	5,02 a 4,77 milhões de reais	23,5%

Fonte: Autora, 2017.

Dessa forma, pode-se afirmar que os custos diretos sem ajustes apresentou uma aproximação entre o intervalo de confiança de 5,02 milhões de reais, enquanto no cenário I apresentou valor menor de 4,77 milhões de reais. Essa variação, que por sua vez, mostrou-se de forma significativa, entre os dois intervalos de confiança refletiu de modo significativo para uma redução de probabilidade dos custos diretos executado encontrar-se incluso nesse intervalo.

Cenário 2 – As atividades executadas com custos superiores aos estimados serem ajustadas

No cenário 2 considerou-se ajustes nas atividades mostradas na tabela 15. Estas correspondem as atividades executadas com valores acima dos quais foram estimadas. Assim, para o cenário em questão fez-se ajustes de modo a torna-las com pouca variação, ou seja, as mesmas apresentariam custos próximos para o orçamento estimado e o orçamento executado.

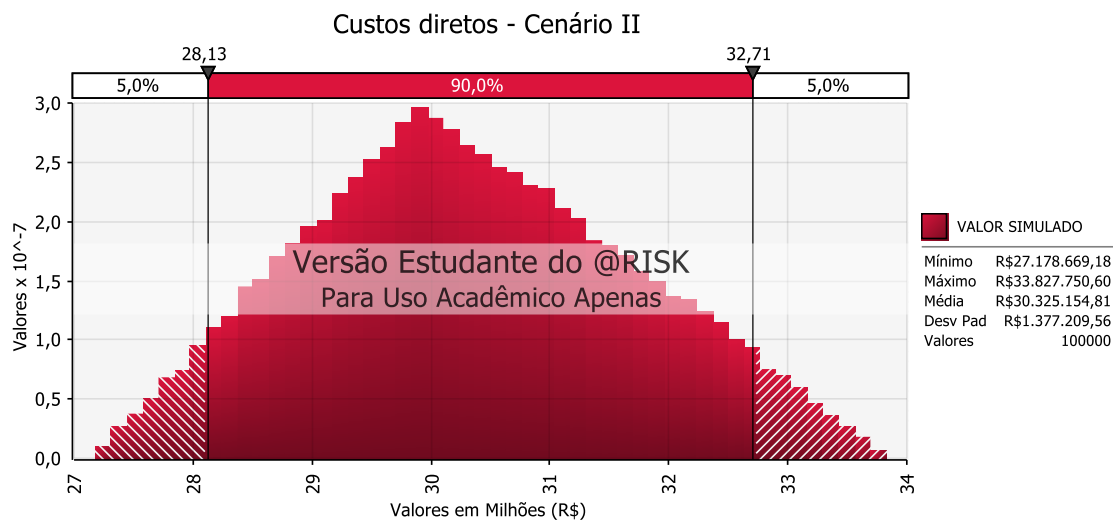
Tabela 15 - Atividades ajustadas para compor o cenário II

ATIVIDADES	TOTAL CORRIGIDO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
Painéis pré-moldados	R\$ 12.543,52	R\$ 46.785,39	-R\$ 34.241,87
Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.790.487,40	-R\$ 180.626,29
Instalações de combate a incêndios	R\$ 833.709,59	R\$ 858.720,27	-R\$ 25.010,68
Fgts	R\$ 427.391,60	R\$ 587.334,00	-R\$ 159.942,40

Fonte: Autora, 2017.

Após os ajustes nessas atividades, os valores foram novamente simulados. Isso refletiu em um novo intervalo de confiança compreendido entre 28,13 e 32,71 milhões de reais, mostrado no Gráfico 22.

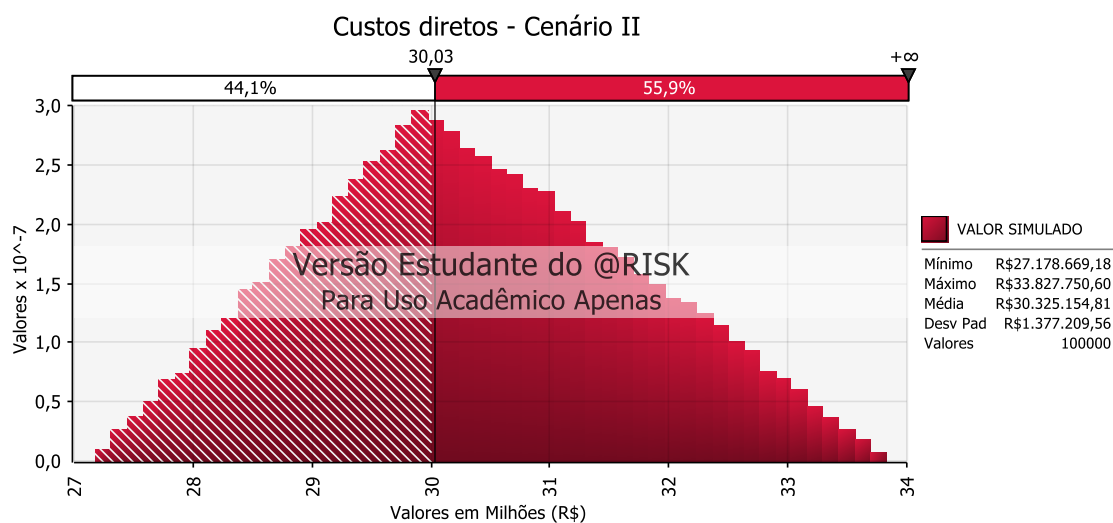
Gráfico 22 – Intervalo de confiança dos custos diretos após ajustes do cenário I



Fonte: Autora, 2017.

Considerando o Gráfico 22 verificou-se a probabilidade do valor dos custos diretos executado ter sido igual ao estimado, ou ao menos encontrar-se dentro do intervalo de confiança escolhido. Isso demonstrou uma grande probabilidade de ocorrência de 44,1%. Ou seja, existe 44,1% de probabilidade dos custos diretos ocorrerem dentro do intervalo de confiança, como mostrado no Gráfico 23.

Gráfico 23 - Probabilidade dos custos diretos executado ocorrer dentro do intervalo de confiança mostrado após os ajustes do cenário II



Fonte: Autora, 2017.

A partir dos resultados apresentados após os ajustes propostos no cenário I, verificou-se os seguintes aspectos apresentados na Tabela 16:

Tabela 16 – Apresentação dos dados obtidos no cenário II

Situação	Intervalo de confiança	Probabilidade
Custos diretos sem ajustes	27,25 e 32,27 milhões de reais.	61,8%
Cenário II	28,13 e 32,71 milhões de reais.	44,1%
Variações	5,02 a 4,58 milhões de reais	23,5%

Fonte: Autora, 2017.

Dessa forma, pode-se afirmar que os custos indiretos sem ajustes apresentou uma aproximação entre o intervalo de confiança de 5,02 milhões de reais, enquanto no cenário II apresentou valor menor de 4,58 milhões de reais. Essa variação, que por sua vez, mostrou-se de forma significativa, entre os dois intervalos de confiança refletiu de modo significativo para uma redução de probabilidade dos custos diretos executado encontrar-se incluso nesse intervalo.

Na Tabela 17 é possível visualizar o resumo dos resultados obtidos no orçamento total sem ajustes e nos orçamentos ajustados conforme propostos nos cenários I e II. Dessa forma, é possível fazer uma relação direta entre as aproximações existentes para cada intervalo de confiança e a probabilidade do valor do orçamento executado estar contido nesses intervalos. Onde, verifica-se que quanto menor a diferença entre os valores dos intervalos, maior será a probabilidade do fenômeno ocorrer.

Tabela 17 – Resumos dos resultados obtidos na análise do Orçamento Total

Simulação Monte Carlo	Intervalo de confiança	Probabilidade com valor do orçamento executado com ajustes para cada cenário
Cenário I	28,23 e 33 milhões de reais (4,77 milhões)	61,3
Cenário II	28,13 e 32,71 milhões de reais (4,58 milhões)	38,3%
Orçamento sem ajustes	27,25 e 32,27 milhões de reais (5,02 milhões)	61,8%

Fonte: Autora, 2017.

A partir da Tabela 17, verifica-se que os cenários I e II não foram consideradas boas alternativas para melhoria dos orçamento.

No gráfico 24 é possível conferir os dados referentes valores de severidade relacionados a probabilidade de ocorrência. Para cada valor de severidade tem-se uma probabilidade correspondente.

Gráfico 24 – Análise dos custos indiretos quanto à probabilidade e severidade do risco



Fonte: Autora, 2017.

Na Tabela 18, é possível visualizar os principais resultados desta pesquisa.

Tabela 18 – Resumos dos resultados da pesquisa referentes a probabilidade de ocorrência

	Sem alterações	Cenário I	Cenário II	Cenário III
Orçamento Total	48,1%	61,3%	36%	52,6%
Custos Diretos	61,8%	61,3%	38,3%	–
Custos Indiretos	11%	42,2%	–	–

Fonte: Autora, 2017.

Isso demonstra a importância desta pesquisa, uma vez que a partir da construção de cenários torna-se possível obter melhorias referentes a redução de custos.

Diante do exposto, pode-se apresentar que as possíveis causas de variação de custos adotadas nesta análise são:

- ✓ Erro de orçamento – considerar-se-á erro de orçamento, itens identificados em projetos disponíveis no momento do orçamento e que não foram considerados no

custo. Também, quantificações equivocadas e problemas em composições que não previam todos os recursos necessários para a execução dos serviços;

- ✓ Mudança de projetos – modificações nos projetos após a entrega do orçamento. Mudança de normas que reflitam em alteração de materiais ou técnicas construtivas;
- ✓ Perdas – quando não houver mudança de projeto nem erro de orçamento ou atraso em obra que impacte na atividade analisada, a variação de custo será considerada como perda ou desperdício;
- ✓ Variação de preço – será considerado como possível causa de variação de custo se o preço unitário contratado no momento da execução da obra for diferente do preço orçado reajustado. Lembrando que os preços orçados são reajustados pelo índice INCC.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de gestão de custos têm apresentado importância significativa para a sobrevivência das organizações no mercado, tendo em vista o atual contexto econômico que apresenta características como turbulento, competitivo e globalizado. Esses sistemas buscam a determinação dos custos apropriados para produtos e serviços que possam servir de base para a tomada de decisões no presente e no futuro, visando medir e melhorar a produtividade e, ainda, buscar novas e melhores formas para se aprimorar o processo de produção. Ao mesmo instante, deve-se considerar o gerenciamento de riscos como parte integrante do ‘fazer negócios’ nas empresas, trazendo o foco para o futuro, que é onde as incertezas continuamente surgem.

Com base no estudo bibliográfico realizado, chega-se à conclusão de que o ato de gerenciar os custos de um empreendimento reflete no controle sobre as questões financeiras e conseqüentemente na medição de desempenho das empresas. Assim como conclui-se ainda que existe a necessidade de verificação dos riscos oriundos do processo de gerenciamento de custos, que visa identificar os riscos e quantificar suas conseqüências em função do impacto.

Diante dos resultados apresentados é possível verificar que para o orçamento total apresentou-se de modo geral com uma baixa probabilidade de ocorrência, referente a um valor de 48,1%. Já quando trata-se do mesmo em duas vertentes separadamente, os custos indiretos reflete apenas uma pequena probabilidade de 11%, enquanto os custos diretos exibe uma probabilidade significativamente boa de 61,8%. Com isso, conclui-se que o principal fator que leva o orçamento total a uma probabilidade de ocorrência relativamente baixa está relacionado as grandes variações apresentadas nos custos indiretos.

Conclui-se ainda que na análise de sensibilidade o cenário que representou maiores impactos foi o dos custos indiretos. Os cenários apresentados nos custos diretos não refletiram em impactos significativos.

Uma alternativa a este problema é o uso de métodos que possibilitem mensurar a incerteza, propiciando aos gestores das empresas não um valor único, o qual a maioria das vezes não é preciso, mas um conjunto de valores. Estes valores representam possibilidades de resultados, alguns com maior, outros com menor probabilidade de ocorrência.

Pode-se concluir que os principais fatores que contribuem para ocorrência dessas variações são: erros nas quantificações; perdas; variações de preços no tempo e as possíveis mudanças que ocorrem no projeto após o fechamento do orçamento, ou seja, na etapa de execução.

O modelo ainda possibilitou a análise dos riscos que incorrem sobre as variações entre os custos estimados e executados. Para tanto é possível concluir que quanto maior a severidade (impacto), menor a probabilidade de ocorrência, e conseqüentemente maior será o risco desse orçamento.

Contudo, o modelo apresentou-se como uma boa alternativa para auxiliar os empreendedores na tomada de decisão, o mesmo permite averiguar a probabilidade dos custos executados serem próximos dos estimados, e ainda permite a verificação dos riscos presentes nessas supostas variações.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G.; ALVES, C. C.; HENNING, E. Gerenciamento de projetos: simulação de Monte Carlo via a ferramenta simular. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, 2010. **Anais...** São Carlos: ENEGEP, 2010.
- ALMEIDA, J. A.; MOTA, C. M. M. Proposta de gerenciamento de riscos simplificado para empresas de construção civil. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008. **Anais...**Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.
- ARAÚJO, A. M. C. **Gerenciamento de riscos em contratos de obras públicas – Estudo de Caso:** serviços de reforma em imóveis funcionais. 2012. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasília, 2012.
- ARAÚJO, T. D. P. de. **Construção de edifícios I: orçamento, especificações, cronograma – Notas de aulas.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: 2003.
- ASSUMPCÃO, J. F. P. Análise de investimentos na construção civil. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2003.
- AZEVEDO, O. G. N.; PESSOA, M. N. M.; SANTOS, M. S.; TENÓRIO, J. N. B. Contribuição ao Estudo dos Custos Indiretos na Indústria da Construção Civil. 2007. In: XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 2007. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.
- AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. O.; FRANÇA, L. A. GONZÁLEZ, C. J. I.; JUNGLES, A. E.; ENSSLIN, S. R. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011.
- BARRETO, F. S. P.; ANDERY, P. R. P. Contribuição à gestão de riscos no processo de projeto de incorporadoras de médio porte. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 71-85, 2015.
- BROM, L. G.; BALIAN, J. E. A. **Análise de investimentos e capital de giro:** conceitos e aplicações. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. Redução do tamanho do lote em projetos como estratégia de implementação do fluxo contínuo em sistemas pré-fabricados. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 161-175, 2013.
- CORREA NETO, J. F.; MOURA, H. J.; FORTE, S. H. C. A. Modelo Prático de Previsão de Fluxo de Caixa Operacional para (...). Read, **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, PPGA-UFGRS. Edição 27, nº 3, v. 8, Julho/2002.
- CORREIA NETO, J. F. Avaliação de Investimento em um Sistema de Informação Através do Método de Monte Carlo. In: I Encontro de Administração da Informação. Florianópolis, 2007. **Anais...** Florianópolis: EnADI, 2007.
- COSTA, K. A. **A utilização da avaliação do ciclo de vida no processo de tomada de decisão em sustentabilidade na indústria da construção no subsetor de edificações.** 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, 2012.

DUARTE, C. C. M.; BIANCOLINO, C. A.; STOROPOLI, J. E.; RICCIO, E. L. Análise do conceito de sucesso aplicado ao gerenciamento de projetos de tecnologia. In: XXI Congresso Brasileiro de Custos, Natal, RN, Brasil, 2012. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 5, n. 3, p. 459- 478, 2012.

DURANTE, F. K.; MENDES JUNIOR, R.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C. Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM. In: VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, Recife, 2015. **Anais...** Recife: UFPE, 2015.

DZIADOSZA, A.; REJMENT, M. Risk analysis in construction project–chosen methods. **Procedia Engineering**, v. 122, p. 258 – 265, 2015.

ESTRELA, M. P. M. V. **Metodologia de análise e controlo de Risco dos prazos em projeto de construção**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2008.

EVANS, J. R.; OLSON, D. L. **Introduction to simulation and risk analysis**. 2 Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

EYBPOOSH, M.; DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T. Identification of Risk Paths in International Construction Projects Using Structural Equation Modeling. **Journal Of Construction Engineering And Management**, v. 137, n. 12, 1164-1175, 2011.

FANG, C.; MARLE, F. A simulation-based risk network model for decision in Project risk management. **Decision Support Systems**, v. 52, Issue 3, p. 635-644, 2012.

FIGUEIREDO, G. S.; CATARINA, A. S. Análise de riscos: identificação e descrição dos riscos no desenvolvimento de um empreendimento imobiliário na visão de um investidor não gestor. **Ibero american Journal of Industrial Engineering**, v. 8, n. 15, p. 01-16, 2016.

FONTES, M. F. C. **Mapeamento e análise do processo de gerenciamento de projetos e obras públicas: um estudo de caso na Universidade Federal de Viçosa-MG**. 2012. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2012.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FRANÇA, P. M.; CRUZ, A. F.; CUNHA, M. F.; PIMENTA, D. P. Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira do Uso de Inovação Tecnológica em Empreendimentos Imobiliários Residenciais Verticais no Distrito Federal. **Revista de Finanças Aplicadas**, v. 1, p. 1-18, 2012.

GABRIELE, P. D. **Uma proposta de metodologia de engenharia de custos adequada à realidade brasileira: uma pesquisa quali e quanti no setor da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.

GAGNE, M. L.; DISCENZA, R. Target Costing. **Journal of Business & Industrial Marketing**, vol. 10, n. 1, p. 16-22, 1995.

GAY, P. K.; OGUNLANA, S. O. Selection and application no frisk management tools and techniques for build-operate-transfer Project. **Industrial Management & Data Systems**, v. 104, n. 4, p. 334-346, 2005.

GEHBAUER, F.; EGGENSPERGER, M. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha**. Curitiba: CEFET, v. 1, 530 p., 2002.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.

HALAWA, W. S.; ABDELALIM, A. M. K.; ELRASHED, I. A. Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study. **International Journal of Project Management**, v. 31, Issue 6, p. 912-923, 2013.

HAN, S. H.; KIM, H.; PARK, H.; KIM, D. Y.; CHUNG, Y.; CHOI, S. Fully Integrated Web-Based Risk Management Systems for Highly Uncertain Global Projects. In: The 23rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Tóquio, Japão. **Anais...**Tóquio, 2006.

JUNQUEIRA, K. C.; PAMPLONA, E. O. Utilização da Simulação de Monte Carlo em Estudo de Viabilidade Econômica para a Instalação de um Conjunto de Rebeneficiamento de Café na Cocarive. In: XXII Encontro Nacional de engenharia de Produção. Curitiba, 2002. **Anais...** Curitiba: ENEGEP, 2002.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

KERN, A.; FORMOSO, C. A utilização de “Curvas de Agregação de Recursos” como ferramenta de integração dos diferentes setores de uma empresa de construção civil na gestão de custos. Curitiba – PR. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22, 2002, **Anais...**, Curitiba: ABEPRO, 2002.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 10 ed. New York: John Wiley e Sons, 2009.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Tese (Doctor of Technology), Technical Research Centre of Finland – VTT. Helsinki, 2000.

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. A Performance Measurement View of it Project Management. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 132-151, 2011.

LAW, A. M. **Simulation, Modeling & Analysis**, 4th Ed. 2007.

LIEBANTI, A. K.; ARBEX, M. A. Avaliação da maturidade em gestão de projetos no setor da construção civil em Londrina-PR. **RETEC**, Ourinhos, v. 7, n. 2, p. 80-91, 2014.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1 ed., p. 228, 1997.

LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. Simulação. In: CORRAR, L. J.; THEÒPHILO, C. R. **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

- MALETTA, B. V. **Modelos baseados em Simulação de Monte Carlo: Soluções para o cálculo do Value-at-Risk**. 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- MAMOGHLI, S.; GOEPP, V.; GENOULAZ, V. B. An operational “Risk Factor Driven” approach for the mitigation and monitoring of the “Misalignment Risk” in Enterprise Resource Planning projects. **Computers in Industry**, v. 70, p. 1-12, 2015.
- MANZIONE, L. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MELO, M. **“Gerenciamento de Projetos para a Construção Civil”**. 2. Ed. Editora BRASPORT, 2010.
- MENDES, N. M. A. N. **Estrutura de custos de edifícios de habitação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2011.
- MISAGHI, M.; MACEDO, M.; AMARAL, J. L. Estudo Comparativo de Normas de Gestão de Riscos em Prática: Caso de Servidores Windows. In: II CONFEPRO – Produção inovadora e sustentada. Joinville, 2012. **Anais...** Joinville: CONFEPRO, 2012.
- NASCIMENTO, A. F.; BAIDYA, T. K. N. Avaliação da Aquisição de um Ativo de Tecnologia da Informação Através do Método dos Mínimos Quadrados de Monte Carlo. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2005. **Anais...** Porto Alegre: ENEGEP, 2005.
- NUNES, L. J.; MENDES JÚNIOR, V.; RODRIGUES, A. C. Análise da aplicabilidade de planilhas eletrônicas no gerenciamento de riscos de projetos em uma pequena empresa do setor de construção civil. **Revista PETRA**, v. 2, n. 2, p. 243-255, 2016.
- PEDROSO, L. H. T. R. **Uma Sistemática para a Identificação, Análise Qualitativa e Análise Quantitativa dos Riscos do Projeto**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- PEIXOTO, T. A.; RANGEL, J. J. A.; MATIAS, I. O. Usando o JSL para simulação de Monte Carlo. **Revista GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 4, 2012.
- PERES, A.A.C., SOUZA, P.M., MALDONADO, H., SILVA, J.F.C.S., SOARES, C.S., BARROS, S.C. W.; HADDADE, I.R. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos de Goytacazes/RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 33, n° 6, p. 1557-1563, 2004.
- PMI – Project Management Institute, Inc. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (guia PMBOK)**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2014. 589 p.
- RODRIGUES, E. M.; NUNES, V. R.; ADRIANO, N. A. A simulação de Monte Carlo como instrumento para a análise econômico-financeira em investimentos de risco - O caso de uma decisão de investimento na abertura de uma filial para revenda de equipamentos pesados no Estado do Ceará. In: XV Congresso Brasileiro de Custos, Belo Horizonte, 2010. **Anais...** Belo Horizonte: CBC, 2010.
- ROMANO, F. V. **Modelo de Referência Para o Gerenciamento do `Processo de Projeto Integrado de Edificações**. Florianópolis, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia

Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROSA, I. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Visão conceitual de modelos de gerenciamento de riscos à segurança organizacional. **Revista eletrônica de ciência administrativa**, v. 10, n. 2, p. 124-135. Campo Largo/PR, 2011.

SANCHES, A. L.; MARINS, F. A. S.; MONTEVECHI, J. A. B.; RIBEIRO, D. A. Dimensionamento de Kanban Estatístico por DOE Simulado. In: IV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2007. **Anais...** Rio de Janeiro: SEGeT, 2007.

SANTOS, A. P. L.; GARCIA, L. E. M. Orçamento executivo como ferramenta do processo de planejamento e controle de custos de obras públicas. **Revista Gestão e Políticas Públicas**, v. 2, n. 1, p. 40-67, 2012.

SARTORI, M. A.; PEREZ, R.; SILVA JÚNIOR, A. G.; MARTINS, D. D. S. Utilização da simulação de Monte Carlo em estudo de implantação de unidade agroindustrial de produção de banana chips. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru/SP, 2006. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 2006.

SILVA, M. B. **Proposta de roteiro para o gerenciamento de riscos em obras empreitadas de construção civil**. 2008. Dissertação (Mestrado em administração) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

SILVA, T. C. R.; ALENCAR, M. H. Gestão de riscos na indústria da construção civil: proposição de uso integrado de metodologias. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2013. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2013.

SILVA, C. E. S.; MELLO, C. H. P.; SIQUEIRA, N. F. G.; GODOY, H. A.; SALGADO, E. G. Aplicação do gerenciamento de riscos no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas de autopeças. **Produção**, v. 20, n. 2, p. 200-213, 2010.

SOUZA, J. S. **Modelo para identificação e gerenciamento do grau de risco de empresas – MIGGRI**. 2011. Tese (doutorado em engenharia de produção) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TAILLANDIER, F.; TAILLANDIER, P.; TEPELI, E.; BREYSSE, D.; MEHDIZADEH, R.; KHARTABIL, F. A multi-agent model to manage risks in construction Project (SMACC). **Automation in Construction**, v. 58, p. 1-18, 2015.

TESFAMARIAM, S.; SADIQ, R.; NAJJARAN, H. Decision Making Under Uncertainty- An Example for Seismic Risk Management. **Risk Analysis**, vol. 30, 2010.

TITMAN, S.; MARTIN, J. D. **Avaliação de Projetos e Investimentos: Valuation**. Tradução de Heloísa Fontoura. São Paulo: Bookman, 2010.

TRAJANO, L. **Avaliação do ciclo de vida dos produtos derivados do cimento para habitações de interesse social**. 2010. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade de Pernambuco, 2010.

TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; LIEDTKE, R.; GUS, M. Diretrizes para a modelagem do processo de desenvolvimento de projeto de edificações. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis, 1998. **Anais...** Florianópolis, 1998.

VALERIANO, D. L. **Moderno gerenciamento de projetos**. 1 ed. São Paulo: Pearson, 2005.272 p.

VERGARA, W. R. H.; TEIXEIRA, R. T.; YAMANARI, J. S. Análise de risco em projetos de engenharia: uso do PERT/CPM com simulação. **EXACTA**, vol. 15, n. 1, p. 75-88, 2017.

YANG, J.-B.; PENG, S.-C. Development of a Customer Satisfaction Evaluation Model for Construction Project Management. **Building and Environment**, v. 43, n. 4, p. 458-468, 2008.

YILDIZ, A. E.; DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T.; ERCOSKUN, K.; ALTEN, S. A knowledge-based risk mapping tool for cost estimation of international construction projects. **Automation in Construction**, V. 43, p. 144–155, 2014.

APÊNDICE A

Orçamento total

ATIVIDADES	Total corrigido	Valor provável	Valor mín.	Valor máx.	Valor simulado	Total executado
Administração da obra	R\$ 4.727.669,46	R\$ 4.898.410,70	R\$ 4.408.569,63	R\$ 5.633.172,31	R\$ 5.172.349,25	R\$ 4.557.472,91
Canteiro de obras	R\$ 804.856,95	R\$ 945.898,33	R\$ 851.308,50	R\$ 1.087.783,08	R\$ 921.311,29	R\$ 860.230,09
Despesas mensais	R\$ 645.916,53	R\$ 570.921,07	R\$ 513.828,96	R\$ 656.559,23	R\$ 574.346,79	R\$ 598.441,17
Serviços técnicos	R\$ 394.589,32	R\$ 366.294,63	R\$ 329.665,16	R\$ 421.238,82	R\$ 350.113,38	R\$ 360.259,76
Segurança do trabalho	R\$ 1.104.437,64	R\$ 1.184.626,94	R\$ 1.066.164,25	R\$ 1.362.320,98	R\$ 1.230.145,40	R\$ 1.162.641,50
Máquinas, equipamentos e ferramentas	R\$ 1.273.690,78	R\$ 1.443.750,22	R\$ 1.299.375,20	R\$ 1.660.312,75	R\$ 1.361.397,51	R\$ 1.422.712,60
Movimento de terra	R\$ 25.776,23	R\$ 22.011,64	R\$ 19.810,48	R\$ 25.313,39	R\$ 22.181,29	R\$ 18.515,07
Fundações indiretas	R\$ 1.028.079,16	R\$ 965.999,75	R\$ 869.399,77	R\$ 1.110.899,71	R\$ 901.439,29	R\$ 964.954,95
Fundações diretas	R\$ 844.228,83	R\$ 803.578,00	R\$ 723.220,20	R\$ 924.114,70	R\$ 808.838,48	R\$ 780.742,00
Estruturas de concreto	R\$ 5.140.192,37	R\$ 5.212.562,00	R\$ 4.691.305,80	R\$ 5.994.446,30	R\$ 5.193.719,13	R\$ 5.110.892,91
Alvenarias de bloco de concreto	R\$ 147.044,35	R\$ 159.660,43	R\$ 143.694,39	R\$ 183.609,49	R\$ 154.859,35	R\$ 138.221,00
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 632.940,19	R\$ 500.527,37	R\$ 450.474,63	R\$ 575.606,47	R\$ 468.825,75	R\$ 455.716,00
Alvenarias de blocos de gesso	R\$ 1.008.248,59	R\$ 776.994,09	R\$ 699.294,68	R\$ 893.543,21	R\$ 824.684,66	R\$ 544.453,92
Painéis pre-moldados	R\$ 12.543,52	R\$ 32.871,09	R\$ 29.581,38	R\$ 37.801,15	R\$ 34.797,14	R\$ 46.785,39
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 480.251,67	R\$ 336.811,96	R\$ 303.130,76	R\$ 387.333,75	R\$ 360.375,58	R\$ 257.414,53
Revestimentos internos e externos	R\$ 817.587,73	R\$ 632.025,74	R\$ 568.823,16	R\$ 726.829,60	R\$ 679.286,77	R\$ 1.011.355,12
Revestimentos de gesso	R\$ 495.724,11	R\$ 426.813,05	R\$ 384.131,75	R\$ 490.835,01	R\$ 408.847,07	R\$ 485.809,52
Revestimentos argamassados	R\$ 350.462,71	R\$ 511.666,78	R\$ 460.500,10	R\$ 588.416,80	R\$ 492.843,42	R\$ 329.434,28
Elementos decorativos	R\$ 41.608,74	R\$ 20.264,44	R\$ 18.237,99	R\$ 23.304,10	R\$ 22.896,12	R\$ 35.366,80
Preparação das fachadas	R\$ 437.244,44	R\$ 174.311,93	R\$ 156.880,73	R\$ 200.458,72	R\$ 196.143,31	R\$ 421.503,22
Revestimento argamassado de fachadas	R\$ 830.079,09	R\$ 503.600,94	R\$ 453.240,84	R\$ 579.141,08	R\$ 545.575,60	R\$ 778.614,10
Acabamentos de fachadas	R\$ 105.525,44	R\$ 118.236,45	R\$ 106.412,81	R\$ 135.971,92	R\$ 130.818,47	R\$ 105.525,10
Revestimentos de pisos internos	R\$ 1.637.465,05	R\$ 1.600.215,87	R\$ 1.440.194,29	R\$ 1.840.248,25	R\$ 1.607.674,56	R\$ 2.222.040,01
Esquadrias de alumínio	R\$ 1.542.346,16	R\$ 1.288.637,99	R\$ 1.159.774,19	R\$ 1.481.933,69	R\$ 1.208.446,53	R\$ 1.386.569,05
Esquadrias de aço	R\$ 111.671,83	R\$ 137.270,01	R\$ 123.543,01	R\$ 157.860,51	R\$ 134.362,60	R\$ 111.671,83
Esquadrias de madeira	R\$ 648.127,70	R\$ 557.470,55	R\$ 501.723,50	R\$ 641.091,14	R\$ 577.131,79	R\$ 652.663,89
Pinturas internas	R\$ 795.015,83	R\$ 742.463,64	R\$ 668.217,28	R\$ 853.833,19	R\$ 740.714,31	R\$ 787.064,85
Pinturas externas	R\$ 410.910,51	R\$ 410.910,51	R\$ 369.819,46	R\$ 472.547,09	R\$ 401.773,49	R\$ 410.910,50

Bancadas, louças e metais	R\$ 521.356,67	R\$ 505.813,71	R\$ 455.232,34	R\$ 581.685,77	R\$ 544.602,88	R\$ 527.872,95
Elevadores	R\$ 728.022,68	R\$ 622.955,68	R\$ 560.660,11	R\$ 716.399,04	R\$ 612.316,56	R\$ 1.400.736,00
Serviços complementares	R\$ 13.359,05	R\$ 13.359,05	R\$ 12.023,14	R\$ 15.362,90	R\$ 13.856,76	R\$ 13.359,00
Limpezas	R\$ 158.543,81	R\$ 158.543,81	R\$ 142.689,43	R\$ 182.325,38	R\$ 163.341,14	R\$ 153.543,00
Serviços preliminares	R\$ 35.255,69	R\$ 57.149,12	R\$ 51.434,21	R\$ 65.721,49	R\$ 63.193,37	R\$ 37.546,58
Movimento de terra	R\$ 225.997,10	R\$ 223.594,17	R\$ 201.234,76	R\$ 257.133,30	R\$ 226.736,08	R\$ 122.038,38
Fundações contenções	R\$ 98.881,49	R\$ 91.722,72	R\$ 82.550,45	R\$ 105.481,13	R\$ 101.238,14	R\$ 56.134,74
Fundações indiretas	R\$ 265.655,72	R\$ 153.562,23	R\$ 138.206,00	R\$ 176.596,56	R\$ 169.093,41	R\$ 153.096,97
Fundações diretas	R\$ 356.270,76	R\$ 369.052,73	R\$ 332.147,46	R\$ 424.410,64	R\$ 392.080,09	R\$ 301.760,69
Embasamentos	R\$ 8.115,92	R\$ 8.115,92	R\$ 7.304,33	R\$ 9.333,31	R\$ 8.471,90	R\$ 8.301,00
Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.773.347,32	R\$ 1.596.012,59	R\$ 2.039.349,42	R\$ 1.864.928,85	R\$ 1.790.487,40
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 68.018,23	R\$ 61.741,36	R\$ 55.567,23	R\$ 71.002,57	R\$ 61.009,70	R\$ 57.407,19
Painéis pre-moldados	R\$ 7.694,52	R\$ 8.557,66	R\$ 7.701,89	R\$ 9.841,31	R\$ 8.077,57	R\$ 7.694,52
Cobertas em madeira	R\$ 5.515,56	R\$ 5.515,56	R\$ 4.964,00	R\$ 6.342,89	R\$ 5.862,95	R\$ 5.515,56
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 379.964,88	R\$ 379.352,61	R\$ 341.417,35	R\$ 436.255,50	R\$ 390.988,13	R\$ 377.988,00
Revestimentos internos e externos	R\$ 7.667,12	R\$ 8.798,36	R\$ 7.918,52	R\$ 10.118,11	R\$ 8.683,18	R\$ 8.196,02
Revestimentos de gesso	R\$ 3.799,48	R\$ 3.799,48	R\$ 3.419,54	R\$ 4.369,41	R\$ 3.911,37	R\$ 3.799,48
Revestimentos argamassados	R\$ 93.255,76	R\$ 75.313,62	R\$ 67.782,26	R\$ 86.610,66	R\$ 84.870,15	R\$ 100.081,27
Preparação das fachadas	R\$ 46.816,21	R\$ 45.311,88	R\$ 40.780,69	R\$ 52.108,66	R\$ 45.143,68	R\$ 40.261,76
Revestimento argamassado de fachadas	R\$ 62.765,44	R\$ 60.078,29	R\$ 54.070,46	R\$ 69.090,04	R\$ 64.976,41	R\$ 47.010,99
Acabamentos de fachadas	R\$ 67.904,67	R\$ 67.904,67	R\$ 61.114,20	R\$ 78.090,37	R\$ 76.065,12	R\$ 67.904,67
Revestimentos de pisos internos	R\$ 369.467,16	R\$ 318.764,08	R\$ 286.887,67	R\$ 366.578,69	R\$ 323.930,24	R\$ 207.972,97
Revestimentos de pisos externos	R\$ 188.152,51	R\$ 181.117,32	R\$ 163.005,59	R\$ 208.284,92	R\$ 191.539,01	R\$ 182.152,00
Esquadrias de alumínio	R\$ 206.662,35	R\$ 192.761,09	R\$ 173.484,98	R\$ 221.675,25	R\$ 189.861,58	R\$ 206.496,67
Esquadrias de aço	R\$ 6.135,98	R\$ 5.727,82	R\$ 5.155,04	R\$ 6.587,00	R\$ 6.256,76	R\$ 6.135,98
Esquadrias de madeira	R\$ 477,85	R\$ 78.263,05	R\$ 70.436,75	R\$ 90.002,51	R\$ 77.334,67	R\$ 477,85
Pinturas internas	R\$ 198.419,05	R\$ 200.243,41	R\$ 180.219,07	R\$ 230.279,93	R\$ 222.242,10	R\$ 198.419,05
Pinturas externas	R\$ 77.927,46	R\$ 77.927,46	R\$ 70.134,71	R\$ 89.616,57	R\$ 82.423,55	R\$ 77.927,46
Bancadas, louças e metais	R\$ 3.483,14	R\$ 3.483,14	R\$ 3.134,83	R\$ 4.005,61	R\$ 3.698,59	R\$ 3.744,14
Elevadores	R\$ 182.005,67	R\$ 155.738,92	R\$ 140.165,03	R\$ 179.099,76	R\$ 150.622,49	R\$ 182.005,67
Paisagismo	R\$ 122.117,52	R\$ 122.117,52	R\$ 109.905,77	R\$ 140.435,15	R\$ 115.521,58	R\$ 122.117,52
Equipamentos esportivos	R\$ 38.728,77	R\$ 38.728,77	R\$ 34.855,89	R\$ 44.538,08	R\$ 37.622,45	R\$ 38.728,77
Equipamentos de lazer	R\$ 18.444,12	R\$ 18.444,12	R\$ 16.599,71	R\$ 21.210,74	R\$ 18.990,57	R\$ 18.444,12
Ambientação externa	R\$ 24.947,28	R\$ 24.947,28	R\$ 22.452,55	R\$ 28.689,37	R\$ 26.475,92	R\$ 24.947,28
Comunicação visual e serviços diversos	R\$ 7.972,06	R\$ 7.972,06	R\$ 7.174,85	R\$ 9.167,86	R\$ 7.947,99	R\$ 7.963,23
Limpezas	R\$ 51.685,41	R\$ 51.685,41	R\$ 46.516,87	R\$ 59.438,22	R\$ 51.490,03	R\$ 51.685,41

Instalações elétricas	R\$ 2.165.205,0 9	R\$ 2.131.093,0 1	R\$ 1.917.983,7 1	R\$ 2.450.756,9 6	R\$ 2.147.035,3 5	R\$ 2.108.909,6 7
Instalações de voz e dados	R\$ 416.504,93	R\$ 425.085,65	R\$ 382.577,09	R\$ 488.848,50	R\$ 454.048,59	R\$ 305.297,43
Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.595.183,4 4	R\$ 1.593.020,6 4	R\$ 1.433.718,5 8	R\$ 1.831.973,7 4	R\$ 1.579.058,1 9	R\$ 1.100.676,2 7
Instalações de combate a incêndios	R\$ 833.709,59	R\$ 746.236,48	R\$ 671.612,83	R\$ 858.171,95	R\$ 818.260,71	R\$ 858.720,27
Instalações de gás	R\$ 201.173,23	R\$ 199.050,99	R\$ 179.145,89	R\$ 228.908,64	R\$ 208.279,01	R\$ 207.409,36
Instalações frigoríferas	R\$ 192.972,89	R\$ 192.565,19	R\$ 173.308,67	R\$ 221.449,97	R\$ 185.866,25	R\$ 96.486,00
Instalações diversas	R\$ 229.943,73	R\$ 294.271,60	R\$ 264.844,44	R\$ 338.412,34	R\$ 280.276,26	R\$ 191.312,58
INSS	1.538.610	R\$ 958.915,77	R\$ 863.024,19	R\$ 1.102.753,1 3	R\$ 943.784,57	R\$ 907.779,90
FGTS	427.392	R\$ 545.456,00	R\$ 457.560,00	R\$ 599.790,00	R\$ 497.394,23	R\$ 587.334,00
Total	R\$ 40.356.277, 36	R\$ 38.602.012, 86	R\$ 34.708.458, 58	R\$ 44.364.829, 79	R\$ 37.860.983, 16	R\$ 38.991.861, 84

APÊNDICE B

Variações entre o orçamento estimado e executado

ATIVIDADES	TOTAL ESTIMADO	TOTAL EXECUTADO	VARIAÇÕES
Administração da obra	R\$ 4.727.669,46	R\$ 4.557.472,91	R\$ 170.196,55
Canteiro de obras	R\$ 804.856,95	R\$ 860.230,09	-R\$ 55.373,14
Despesas mensais	R\$ 645.916,53	R\$ 598.441,17	R\$ 47.475,35
Serviços técnicos	R\$ 394.589,32	R\$ 360.259,76	R\$ 34.329,56
Segurança do trabalho	R\$ 1.104.437,64	R\$ 1.162.641,50	-R\$ 58.203,86
Máquinas, equipamentos e ferramentas	R\$ 1.273.690,78	R\$ 1.422.712,60	-R\$ 149.021,82
Movimento de terra	R\$ 25.776,23	R\$ 18.515,07	R\$ 7.261,17
Fundações indiretas	R\$ 1.028.079,16	R\$ 964.954,95	R\$ 63.124,21
Fundações diretas	R\$ 844.228,83	R\$ 780.742,00	R\$ 63.486,83
Estruturas de concreto	R\$ 5.140.192,37	R\$ 5.110.892,91	R\$ 29.299,46
Alvenarias de bloco de concreto	R\$ 147.044,35	R\$ 138.221,00	R\$ 8.823,35
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 632.940,19	R\$ 455.716,00	R\$ 177.224,19
Alvenarias de blocos de gesso	R\$ 1.008.248,59	R\$ 544.453,92	R\$ 463.794,67
Painéis pre-moldados	R\$ 12.543,52	R\$ 46.785,39	-R\$ 34.241,87
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 480.251,67	R\$ 257.414,53	R\$ 222.837,14
Revestimentos internos e externos	R\$ 817.587,73	R\$ 1.011.355,12	-R\$ 193.767,39
Revestimentos de gesso	R\$ 495.724,11	R\$ 485.809,52	R\$ 9.914,59
Revestimentos argamassados	R\$ 350.462,71	R\$ 329.434,28	R\$ 21.028,43
Elementos decorativos	R\$ 41.608,74	R\$ 35.366,80	R\$ 6.241,94
Preparação das fachadas	R\$ 437.244,44	R\$ 421.503,22	R\$ 15.741,22
Revestimento argamassado de fachadas	R\$ 830.079,09	R\$ 778.614,10	R\$ 51.464,99
Acabamentos de fachadas	R\$ 105.525,44	R\$ 105.525,10	R\$ 0,34
Revestimentos de pisos internos	R\$ 1.637.465,05	R\$ 2.222.040,01	-R\$ 584.574,95
Esquadrias de alumínio	R\$ 1.542.346,16	R\$ 1.386.569,05	R\$ 155.777,10
Esquadrias de aço	R\$ 111.671,83	R\$ 111.671,83	R\$ 0,00
Esquadrias de madeira	R\$ 648.127,70	R\$ 652.663,89	-R\$ 4.536,19
Pinturas internas	R\$ 795.015,83	R\$ 787.064,85	R\$ 7.950,98
Pinturas externas	R\$ 410.910,51	R\$ 410.910,50	R\$ 0,01
Bancadas, louças e metais	R\$ 521.356,67	R\$ 527.872,95	-R\$ 6.516,28
Elevadores	R\$ 728.022,68	R\$ 1.400.736,00	-R\$ 672.713,32
Serviços complementares	R\$ 13.359,05	R\$ 13.359,00	R\$ 0,05
Limpezas	R\$ 158.543,81	R\$ 153.543,00	R\$ 5.000,81
Serviços preliminares	R\$ 35.255,69	R\$ 37.546,58	-R\$ 2.290,89
Movimento de terra	R\$ 225.997,10	R\$ 122.038,38	R\$ 103.958,72
Fundações contenções	R\$ 98.881,49	R\$ 56.134,74	R\$ 42.746,75
Fundações indiretas	R\$ 265.655,72	R\$ 153.096,97	R\$ 112.558,75
Fundações diretas	R\$ 356.270,76	R\$ 301.760,69	R\$ 54.510,07
Embasamentos	R\$ 8.115,92	R\$ 8.301,00	-R\$ 185,08

Estruturas de concreto	R\$ 1.609.861,11	R\$ 1.790.487,40	-R\$ 180.626,29
Alvenarias de blocos cerâmicos	R\$ 68.018,23	R\$ 57.407,19	R\$ 10.611,04
Painéis pre-moldados	R\$ 7.694,52	R\$ 7.694,52	R\$ 0,00
Cobertas em madeira	R\$ 5.515,56	R\$ 5.515,56	R\$ 0,00
Impermeabilizações e tratamentos	R\$ 379.964,88	R\$ 377.988,00	R\$ 1.976,88
Revestimentos internos e externos	R\$ 7.667,12	R\$ 8.196,02	-R\$ 528,90
Revestimentos de gesso	R\$ 3.799,48	R\$ 3.799,48	R\$ 0,00
Revestimentos argamassados	R\$ 93.255,76	R\$ 100.081,27	-R\$ 6.825,51
Preparação das fachadas	R\$ 46.816,21	R\$ 40.261,76	R\$ 6.554,45
Revestimento argamassado de fachadas	R\$ 62.765,44	R\$ 47.010,99	R\$ 15.754,45
Acabamentos de fachadas	R\$ 67.904,67	R\$ 67.904,67	-R\$ 0,00
Revestimentos de pisos internos	R\$ 369.467,16	R\$ 207.972,97	R\$ 161.494,19
Revestimentos de pisos externos	R\$ 188.152,51	R\$ 182.152,00	R\$ 6.000,51
Esquadrias de alumínio	R\$ 206.662,35	R\$ 206.496,67	R\$ 165,68
Esquadrias de aço	R\$ 6.135,98	R\$ 6.135,98	R\$ 0,00
Esquadrias de madeira	R\$ 477,85	R\$ 477,85	-R\$ 0,00
Pinturas internas	R\$ 198.419,05	R\$ 198.419,05	R\$ 0,00
Pinturas externas	R\$ 77.927,46	R\$ 77.927,46	-R\$ 0,00
Bancadas, louças e metais	R\$ 3.483,14	R\$ 3.744,14	-R\$ 261,00
Elevadores	R\$ 182.005,67	R\$ 182.005,67	-R\$ 0,00
Paisagismo	R\$ 122.117,52	R\$ 122.117,52	-R\$ 0,00
Equipamentos esportivos	R\$ 38.728,77	R\$ 38.728,77	-R\$ 0,00
Equipamentos de lazer	R\$ 18.444,12	R\$ 18.444,12	R\$ 0,00
Ambientação externa	R\$ 24.947,28	R\$ 24.947,28	-R\$ 0,00
Comunicação visual e serviços diversos	R\$ 7.972,06	R\$ 7.963,23	R\$ 8,83
Limpezas	R\$ 51.685,41	R\$ 51.685,41	R\$ 0,00
Instalações elétricas	R\$ 2.165.205,09	R\$ 2.108.909,67	R\$ 56.295,42
Instalações de voz e dados	R\$ 416.504,93	R\$ 305.297,43	R\$ 111.207,50
Instalações hidrossanitárias	R\$ 1.595.183,44	R\$ 1.100.676,27	R\$ 494.507,17
Instalações de combate a incêndios	R\$ 833.709,59	R\$ 858.720,27	-R\$ 25.010,68
Instalações de gás	R\$ 201.173,23	R\$ 207.409,36	-R\$ 6.236,13
Instalações frigoríferas	R\$ 192.972,89	R\$ 96.486,00	R\$ 96.486,89
Instalações diversas	R\$ 229.943,73	R\$ 191.312,58	R\$ 38.631,15
INSS	R\$ 1.538.609,74	R\$ 907.779,90	R\$ 630.829,84
FGTS	R\$ 427.391,60	R\$ 587.334,00	-R\$ 159.942,40
Total	R\$ 40.356.277,36	R\$ 38.991.861,84	R\$ 1.364.415,52