



ANÁLISE DA ALOCAÇÃO DE RECURSOS EM UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UM RAMAL DE GÁS NATURAL POR MEIO DE SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

GABRIELA VIEIRA VENTURA - gabrielavventura@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

FRANCISCO JOSÉ NOGUEIRA COLARES JÚNIOR - juniorcolares6@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

ANSELMO RAMALHO PITOMBEIRA NETO - anselmo.pitombeira@ufc.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

Área: 6 - PESQUISA OPERACIONAL

Sub-Área: 6.4 - MODELAGEM, ANÁLISE E SIMULAÇÃO

Resumo: O PRESENTE ARTIGO DESCREVE O DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO PARA AUXILIAR NO DIMENSIONAMENTO E NA ALOCAÇÃO DA MÃO DE OBRA EM UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL. OS DADOS DO PROJETO, TAIS COMO ATIVIDADES, DURAÇÕES, RECURSOS E CUSTOS SÃO ORGANIZADOS POR MEIO DO SOFTWARE MICROSOFT PROJECT. O MODELO DE SIMULAÇÃO É IMPLEMENTADO NO MICROSOFT EXCEL POR MEIO DO COMPLEMENTO @RISK, COM O OBJETIVO DE ESTIMAR A DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES DA DURAÇÃO TOTAL DO PROJETO E DO CUSTO TOTAL. SIMULAM-SE CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE ALOCAÇÃO DE MÃO DE OBRA DE FORMA A AVALIAR O IMPACTO NO CUSTO TOTAL DO PROJETO. OS RESULTADOS INDICAM QUE É POSSÍVEL REDUZIR A PROBABILIDADE DO PROJETO EXCEDER O PRAZO ESTIPULADO E REDUZIR O CUSTO TOTAL POR MEIO DA MELHOR ALOCAÇÃO DA MÃO DE OBRA ENTRE AS ATIVIDADES.

Palavras-chaves: GERÊNCIA DE PROJETOS. SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO. ALOCAÇÃO DE MÃO DE OBRA.

ANALYSIS OF RESOURCES ASSIGNMENT IN A CONSTRUCTION PROJECT OF A NATURAL GAS PIPELINE BY MEANS OF MONTE CARLO SIMULATION

Abstract: *THIS ARTICLE DESCRIBES THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A MONTE CARLO SIMULATION MODEL TO ASSIST IN THE DESIGN AND ASSIGNMENT OF RESOURCES ON A PROJECT TO BUILD A NATURAL GAS PIPELINE. PROJECT DATA, SUCH AS ACTIVITIES, TIME SPANS, RESOURCCES, AND COSTS ARE ORGANIZED THROUGH MICROSOFT PROJECT SOFTWARE. THE SIMULATION MODEL IS IMPLEMENTED IN MICROSOFT EXCEL BY @RISK ADD-IN, IN ORDER TO ESTIMATE THE PROBABILITY DISTRIBUTION OF THE TOTAL DURATION OF THE PROJECT AND THE TOTAL COST. WE SIMULATE ALTERNATIVE SCENARIOS HAND ALLOCATION OF WORK TO ASSESS THE IMPACT ON THE TOTAL COST OF THE PROJECT. THE RESULTS INDICATE THAT YOU CAN REDUCE THE LIKELIHOOD OF THE PROJECT EXCEED THE DEADLINE AND REDUCE TOTAL COSTS BY BETTER ASSIGNING THE RESOURCES TO THE ACTIVITIES.*

Keyword: *PROJECT MANAGEMENT. MONTE CARLO SIMULATION. RESOURCES ASSIGNMENT.*

1. Introdução

O interesse pela busca de alternativas ao petróleo e de fontes menos agressivas ao meio ambiente tornam cada vez mais evidente a relevância do gás natural na matriz energética mundial. Segundo a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (ABEGÁS, 2013), o consumo de gás natural em abril de 2013 aumentou 15,9% em comparação com o mês de abril do ano anterior, indicando uma tendência de aumento progressivo na demanda por gás natural.

A construção de um ramal de distribuição de gás natural envolve diversas atividades que necessitam de uma ordem particular para serem executadas. Antes de fazer a instalação da tubulação, por exemplo, é necessário soldar os tubos. No caso de construção de bases subterrâneas, o descumprimento do prazo de entrega dos projetos pode gerar multas financeiras e perda de confiança à empresa contratada, além de expor a sociedade a transtornos como congestionamentos devido à interdição de vias.

Um dos fatores que influenciam diretamente a duração das atividades em projetos é a quantidade e a forma como os recursos são alocados. Tal influência deve ser considerada no planejamento, pois a determinação da alocação dos recursos baseada apenas em custos de curto prazo pode levar a atrasos na execução das atividades ao longo do ciclo de vida do projeto. De acordo com Krajewski et al. (2009), o custo total de um projeto depende diretamente de sua duração total.

Considerando a relevância do *trade-off* entre custo e tempo em um projeto, o presente trabalho aborda o seguinte problema: como determinar a quantidade de mão de obra direta que deve ser alocada a um projeto de construção de um ramal de distribuição de gás natural?

Para auxiliar na tomada de decisão sobre a quantidade de mão de obra, será utilizada a simulação de Monte Carlo, considerando os custos diretos, a incerteza nas durações das atividades e os custos de possíveis multas decorrentes de atraso no prazo de entrega do projeto.

As próximas seções deste artigo estão estruturadas da seguinte forma: na Seção 2 discorre-se sobre a fundamentação teórica; na Seção 3, apresenta-se o estudo de caso realizado. Por fim, as conclusões são apresentadas na Seção 4.

2. Fundamentação teórica

2.1 Gerência de projetos

De acordo com Kerzner (2004), um projeto é um empreendimento com duração finita no tempo e que consome recursos de forma a atingir um objetivo definido. Segundo o *Project Management Institute - PMI* (2004), o processo de gerenciamento de projetos é composto pelas fases de iniciação do projeto, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Para Viana (2005), o planejamento é a fase do projeto na qual detalha-se tudo o que é necessário para execução deste, incluindo cronogramas, interdependência entre as atividades, alocação dos recursos envolvidos e análise de custos.

Para Slack et al. (2009), o planejamento tem objetivo de determinar os custos, a duração das atividades e o nível de recursos que será necessário, bem como determinar o progresso e avaliar o impacto de qualquer mudança. Ademais, as atividades de um projeto devem ser agrupadas para um melhor gerenciamento destas. Um conjunto de atividades é chamado de pacote de trabalho. Heldman (2006) afirma que o projeto deve ser decomposto em entregas maiores e menores, nas quais as entregas principais contêm os pacotes de trabalho.

2.2 Simulação de Monte Carlo

Para Law (2007), simulação é uma técnica que utiliza o computador para imitar operações de vários tipos de instalações ou processos reais. Essas instalações ou processos são chamados de sistemas, e as suposições feitas sobre esses sistemas são relacionadas logicamente, constituindo um modelo. A simulação permite lidar com complexidade, captar a variabilidade de medidas de desempenho e reproduzir comportamento no curto prazo. (MOORE; WEATHERFORD, 2008).

Ross (2007) afirma que a simulação possui algumas vantagens como permitir estimar o desempenho de um sistema existente projetando um conjunto de operações desse sistema compara alternativas para escolher a melhor configuração de um projeto. Além disso, é possível ter um controle melhor sobre condições experimentais utilizando simulação do que interferindo no sistema real.

Para Chen e Hong (2007), o método de Monte Carlo é utilizado quando a simulação envolve fatores que não são conhecidos com certeza, os quais devem ser modelados por meio de variáveis aleatórias que seguem distribuições de probabilidades definidas. O método consiste em gerar amostras dessas variáveis por meio do uso de números pseudoaleatórios, de forma a estimar a distribuição de probabilidades de uma ou mais funções de interesse.

Pessoa e Pitombeira Neto (2012) usam simulação de Monte Carlo integrada à um método de otimização para determinar a alocação de mão de obra em projetos de manutenção de torres eólicas. As durações das atividades são variáveis aleatórias que dependem da quantidade de mão de obra alocada.

3. Estudo de caso

3.1 Descrição do problema

A empresa estudada é do setor de construção civil e trabalha com projetos de construção de ramal de distribuição de gás natural. O projeto estudado possui cinco entregas principais: construção e montagem de ramal de distribuição de gás natural com tubulação que possui 3, 6 e 10 polegadas de diâmetro (uma entrega para cada diâmetro); construção de cinco caixas de derivação e condicionamento dos ramais.

A construção do ramal de 10 polegadas depende da construção prévia do ramal de 6 polegadas e este depende de que o ramal de 3 polegadas esteja pronto. A construção das caixas é uma atividade independente da construção da tubulação, com exceção das atividades de fechamento de *tie-in* entre as caixas e a tubulação. O condicionamento depende de que todas as outras atividades tenham sido concluídas.

A construção dos ramais, qualquer que seja o diâmetro da tubulação, é dividida em pacotes de trabalho correspondentes ao que se chama de “coluna”. A formação dessas colunas é feita a partir da união de tubos de aço. Cada coluna tem 192 metros de comprimento, sendo formada por 16 tubos de aço de 11,8m.

O projeto segue condições contratuais definidas, dentre as quais: o valor do contrato é de R\$ 6.000.000,00; o prazo máximo para execução do projeto é de 180 dias; e se o prazo de conclusão do projeto for excedido, será cobrada uma multa de 0,3% do valor do contrato por dia.

O problema é então determinar qual o risco desse prazo ser excedido e a empresa pagar multa, dada a alocação de recursos estabelecida no cenário base, e avaliar o risco associado a cenários alternativos de alocação de recursos. Na seção seguinte, descreve-se o desenvolvimento do modelo de simulação de Monte Carlo para analisar cenários alternativos.

3.2 Desenvolvimento do modelo de simulação

A Figura 1 exhibe a sequência de etapas metodológicas adotadas no desenvolvimento e

aplicação do modelo de simulação.

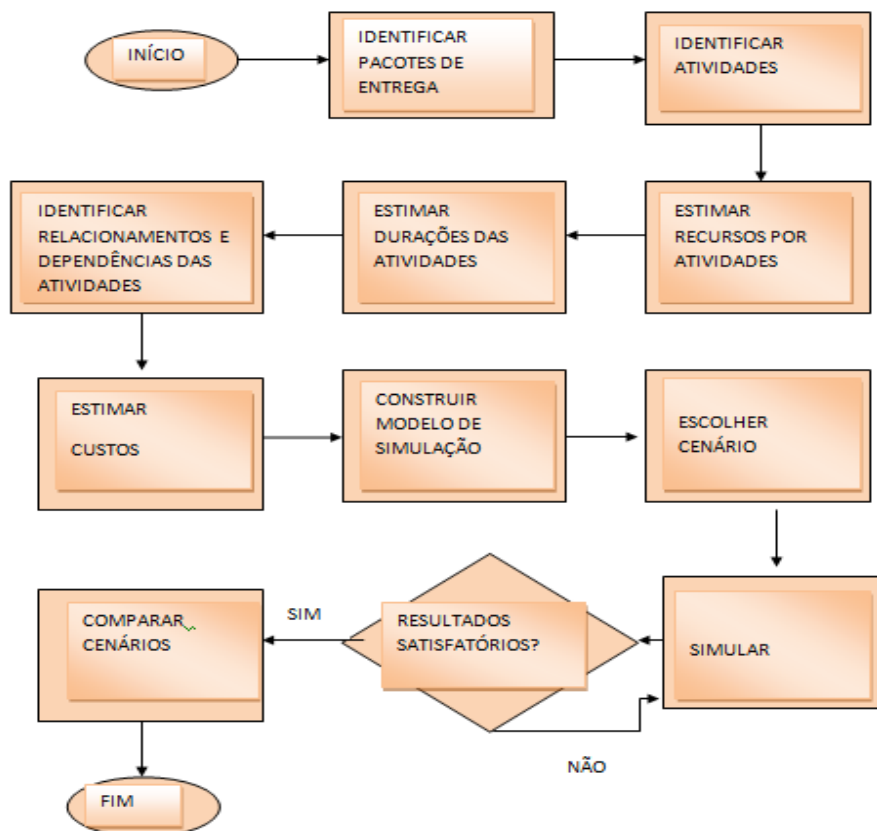


FIGURA 1 - Etapas metodológicas do estudo

Os dados do projeto foram obtidos a partir de pesquisa documental e entrevistas com pessoas da equipe do projeto. Utilizou-se o *software* Microsoft Project 2007 para montar a estrutura analítica do projeto, incluindo as atividades e suas durações, precedências, recursos necessários e custos. Para a construção do modelo de simulação utilizou-se o *software* @RISK 6.1 (PALISADE CORPORATION, 2016), o qual funciona como um complemento para o Microsoft Excel. O @RISK permite a importação dos dados do projeto direto do Microsoft Project.

As durações das atividades são variáveis aleatórias contínuas modeladas segundo a distribuição triangular, a qual requer a especificação de três parâmetros: o menor tempo de duração (tempo otimista); o tempo mais provável; e o maior tempo de duração (tempo pessimista) (MONTGOMERY; RUNGER, 2012). Esses parâmetros foram estimados para cada atividade pelos engenheiros de campo com base em experiências de projetos semelhantes. A Figura 2 ilustra a especificação da distribuição triangular no @RISK.

Depois de ter todas as distribuições das durações definidas, o próximo passo foi definir os valores que são relevantes para o modelo de simulação: a duração total do projeto; a possível multa por atraso; o custo total do projeto.

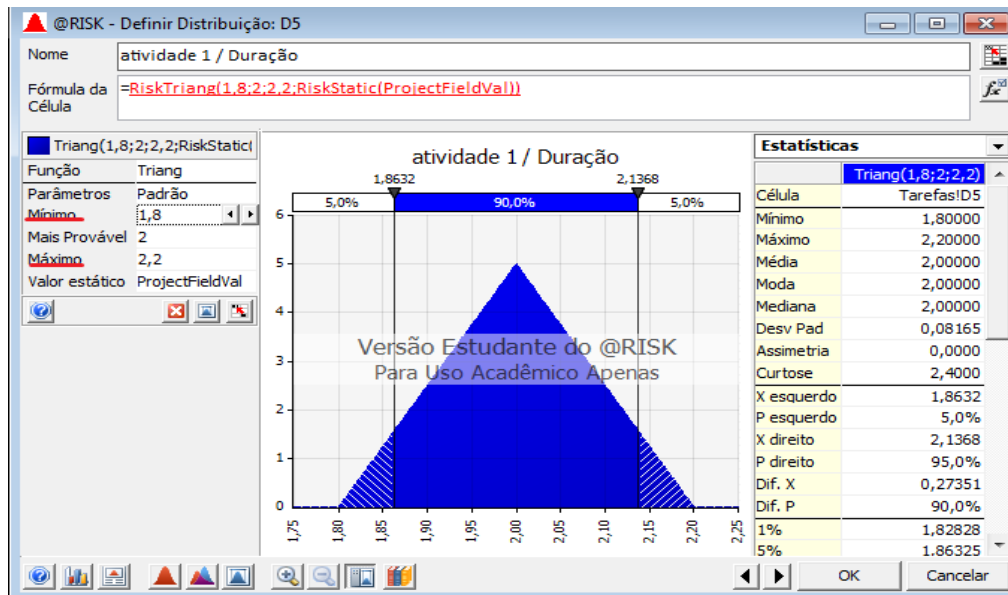


FIGURA 2 - Parâmetros da distribuição triangular no @RISK

A duração total do projeto é encontrada através da seguinte equação: dias decorridos = data de término do projeto – data de início do projeto. A possível multa é encontrada utilizando uma função “Se” no MS Excel: multa = SE(Dias Decorridos > Dias Limite do contrato; (Dias Decorridos – Dias Limite do Contrato)*Valor Multa/dia;0). Finalmente, o custo total do projeto é dado pelo somatório dos custos da mão de obra e equipamentos com base na duração de cada atividade e pelo custo de possíveis multas decorrentes por atraso. A Figura 3 ilustra a planilha com os dados do projeto.

ID	Indicadores	Nome da tarefa	Duração	Custo	Início	Término	Predecessoras
1		Projeto	10 dias	R\$ 1408	12/4/2013	26/4/2013	
2		Entrega_1	5 dias	704,00	12/4/2013	19/4/2013	
3		Pacote de trabalho_1	5 dias	704,00	12/4/2013	19/4/2013	
4		atividade 1	2 dias	R\$ 176	12/4/2013	16/4/2013	
5		atividade 2	3 dias	R\$ 528	16/4/2013	19/4/2013	4
6		Entrega_2	5 dias	704,00	19/4/2013	26/4/2013	2
7		Pacote de Trabalho_1	5 dias	704,00	19/4/2013	26/4/2013	
8		atividade 1	2 dias	R\$ 176	19/4/2013	23/4/2013	
9		atividade 2	3 dias	R\$ 528	23/4/2013	26/4/2013	8
12		Dias Decorridos		14			
13		Multa		0			
14		Custo Total		=D13+E2			

FIGURA 3 - Duração, multa e custo total do projeto

3.3 Simulação de cenários alternativos de alocação de recursos

O modelo foi aplicado em três cenários diferentes, os quais correspondem a alocações diferentes de mão de obra.

3.3.1 Cenário 1

Neste cenário, o qual corresponde ao cenário inicial proposto pela empresa, são utilizadas duas equipes de soldagem, uma responsável pela montagem das colunas e outra

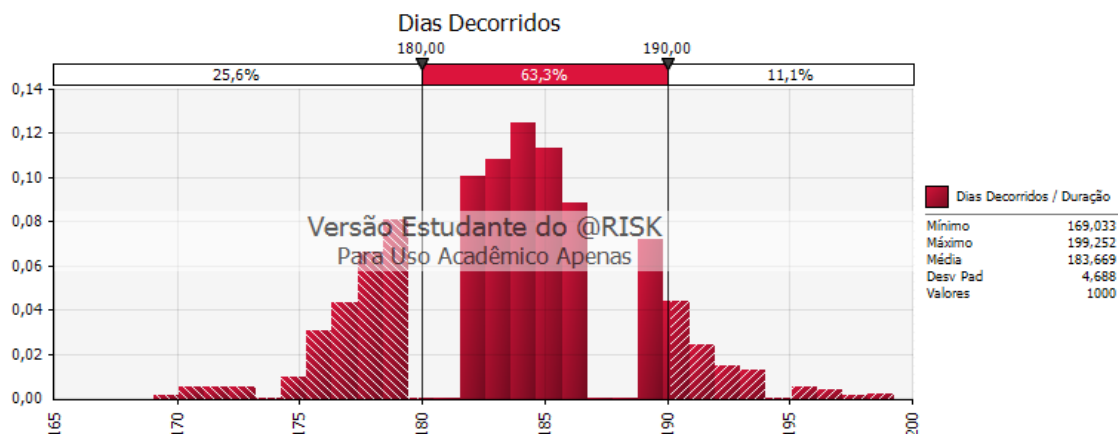
responsável por fazer *tie-in*, a ligação entre as colunas e entre a tubulação e as caixas. Além disso, uma equipe de furo direcional é responsável pela instalação das colunas. A construção das caixas é feita por uma equipe independente das equipes de soldagem e instalação. A Tabela 1 ilustra alguns recursos utilizados nesse cenário inicial para a construção dos ramais.

Dada a alocação dos recursos, foram estimados os tempos otimista, mais provável e pessimista para cada atividade do projeto, como ilustrado pela Tabela 2. Os dados de custos da mão de obra não serão disponibilizados por questão de sigilo da empresa. Com base nos dados deste cenário, foram então realizadas 1000 replicações da simulação. A probabilidade de o projeto ser terminado antes do prazo estipulado é de apenas 25,6%, conforme histograma da duração total do projeto exibido na Figura 4, enquanto o custo total varia entre R\$ 2.430.000,00 e R\$ 2.846.000,00 com probabilidade de 95%, conforme Figura 5.

FIGURA 4 - Duração total do projeto no cenário 1

3.3.2 Cenário 2

Neste cenário, foi proposta uma realocação das equipes de soldagens. A equipe responsável pela atividade de *tie-in* utilizada no cenário 1 foi alocada para montagem das



colunas com diâmetro de 10 polegadas. Ou seja, duas equipes de soldagem ficaram responsáveis por montar uma coluna, e quando as colunas estiverem montadas essas duas equipes começam a atividade de *tie-in*.

TABELA 1 - Exemplo de recursos utilizados no cenários proposto pela empresa

Atividade	Recurso	Quantidade(unidade)
Montagem de Coluna	Soldador	2
	Revestidor	2
	Montador	1
	Encarregado	1
	Ajudante	3
	Lixador	2
	Caminhão Munck	1
	Máquina de Solda	2
Instalação de Coluna	Operador de Máquina de Furo	1
	Supervisor de Furo	1
	Navegador	1
	Operador de Retroescavadeira	1
	Operador de Caminhão Munck	1
	Operador de Caminhão Pipa	1
	Operador de Caminhão Sugador	1

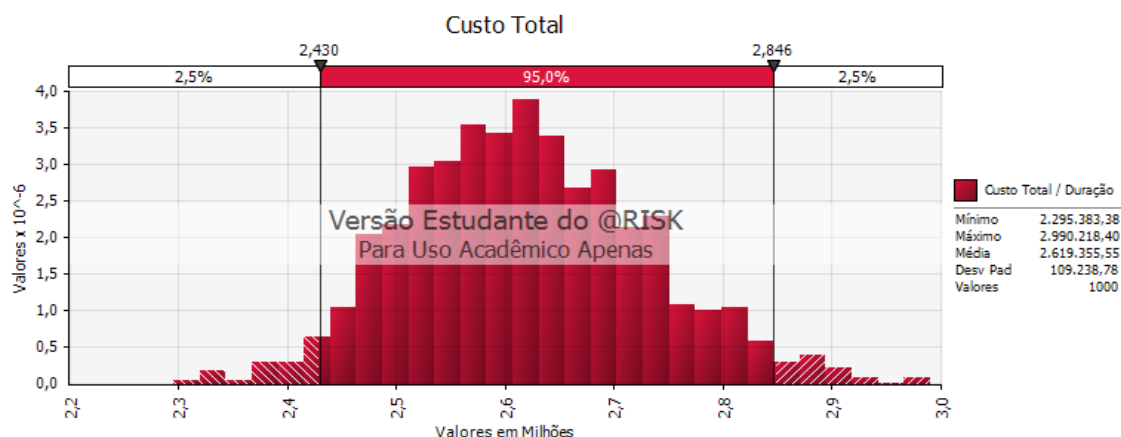
	Operador de Caminhão Prancha	1
	Ajudante	4
	Caminhão Munck	1
	Caminhão Pipa	1
	Máquina de Furo	1
	Caminhão Sugador	1
	Retroescavadeira	1
	Caminhão Prancha	1
	Soldador	2
	Revestidor	2
	Montador	1
	Encarregado	1
	Ajudante	3
Tie-in	Caminhão Munck	1
	Máquina de Solda	2
	Gerador	1
	Retroescavadeira	1
	Operador de Retroescavadeira	1

Dessa forma, com o aumento da equipe responsável pela montagem das colunas, a duração desta atividade diminuiu. Assim, para acompanhar a evolução da montagem, foi adicionada mais uma equipe de instalação, e as duas equipes trabalham em paralelo. As equipes alocadas ao *tie-in* também trabalham em paralelo. Ademais, foram adicionados mais dois ajudantes na atividade de corte e dobramento das ferragens para diminuir a duração desta.

TABELA 2 - Duração das atividades no cenário proposto pela empresa (em dias)

Atividade	Duração otimista	Duração provável	mais	Duração pessimista
Montagem Coluna Dn 3 "	1	2		3
Instalação Coluna Dn 3"	1	2		3
Tie-in entre Colunas Dn 3"	1	2		4
Montagem Coluna Dn 6 "	1	2		3
instalação Coluna Dn 6"	1	2		3
Montagem Coluna Dn 10 "	2	4		5
Instalação Coluna Dn 10"	2	3		5
Tie-in entre Colunas Dn 10"	2	3		5
Corte e dobramento das ferragens	5	7		9
Armação da ferragem	3	4		5
Pré-montagem das Formas	3	4		5
Escavação ,proteção e preparação do fundo de vala	0,5	1		2
Montagem das formas externas e instalação da armação	0,5	1		2
Concretagem da base da caixa	0,3	0,5		1
Concretagem das tampas da caixa	0,3	0,5		1
Montagem e Contraventamento das formas internas	0,3	0,5		1
Concretagem das Paredes	0,3	0,5		1
Tie-in das Caixas	3	4		6
Pré-limpeza	1	2		3
Teste Hidrostático	1	2		3
Limpeza e pré-secagem	0,5	1		2
Inertização	0,5	1		2

FIGURA 5 - Custo total do projeto no cenário 1



Nas equipes alocadas às atividades de montagem das colunas de 10 polegadas dobrou-se a quantidade de soldadores, ajudantes e lixadores. As equipes de instalação e *tie-in* foram as mesmas anteriores, com a diferença que são duas equipes trabalhando em paralelo. Para a montagem das colunas de diâmetros menores, a configuração do cenário 1 foi mantida, uma equipe monta a coluna e outra equipe executa *tie-in*.

Com base na nova quantidade dos recursos foram estimadas as novas durações para as atividades impactadas, dadas na Tabela 3. Os custos foram ajustados à nova alocação de recursos.

TABELA 3 – Duração das atividades modificadas no cenário 2 (em dias)

Atividade	Duração otimista	Duração mais provável	Duração pessimista
Montagem de coluna Dn 10"	1	2	3
Corte e dobramento das ferragens	2	3	5

Com a nova configuração de recursos, a probabilidade de cumprir o projeto em até 180 dias foi de 60,1%, enquanto o custo total está entre R\$ 2.371.000,00 e R\$ 2.730.000,00 com probabilidade de 95% (Figura 6).

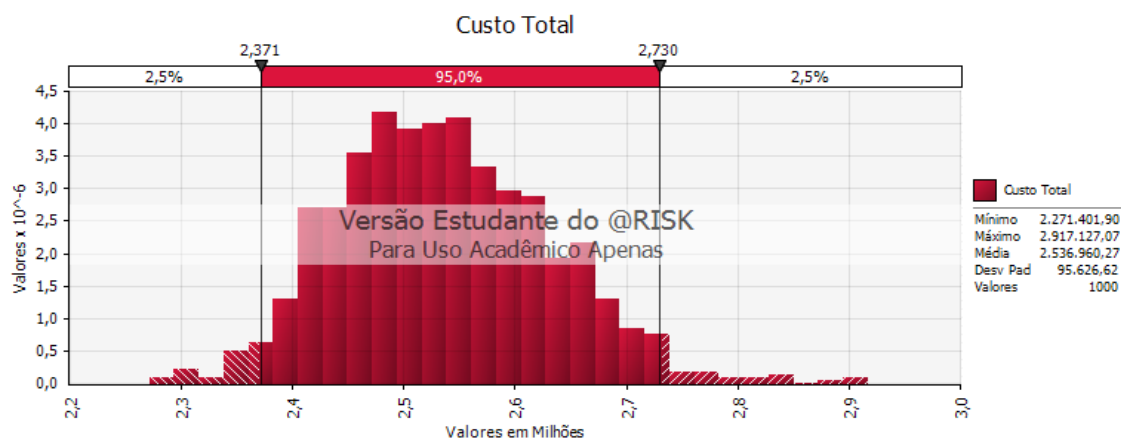


FIGURA 6 – Custo total no cenário 2.

3.3.3 Cenário 3

Este cenário é uma modificação do cenário 2. A equipe de montagem das colunas se mantém a mesma, com a diferença de que está disponível mais uma equipe de soldagem e esta

equipe é alocada a atividade de *tie-in*. Ou seja, o *tie-in* é feito em paralelo à soldagem. Além disso, são utilizadas duas equipes de instalação que trabalham em paralelo, assim como no cenário 2. As outras atividades também seguem a mesma configuração do cenário anterior.

A simulação indicou que, neste caso, a probabilidade de concluir o projeto no período estimado de 180 dias é de 99,7 % e o custo total varia entre R\$ 2.333.900,00 e R\$ 2.632.700,00 com probabilidade de 95%, conforme Figura 7.

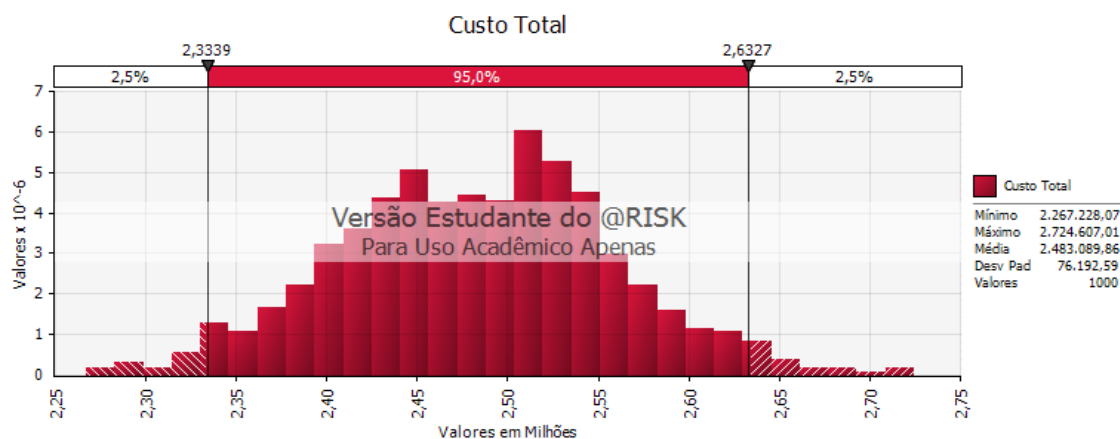


FIGURA 7 – Custo total no cenário 3

3.3.4 Análise dos resultados

A Tabela 4 exibe os resultados das simulações para os três cenários.

TABELA 4 – Comparação entre cenários

Cenário	Probabilidade de concluir o projeto no prazo	Custo mínimo e máximo do projeto com 95% de probabilidade
1	25,60%	(2.430.000,00; 2.846.000,00)
2	60,10%	(2.371.000,00; 2.730.000,00)
3	99,70%	(2.333.900,00; 2.632.700,00)

Ao se comparar os três cenários, pode-se perceber uma evolução positiva dos resultados. O cenário 2 é mais vantajoso que o cenário 1, e o cenário 3 apresenta resultados melhores que o cenário 2. O cenário 3 é indicado para execução desse projeto, pois apresenta 99,7% de probabilidade terminar o projeto no prazo esperado e os menores custos dentre os cenários propostos. Ademais, o custo máximo do projeto é o menor no cenário 3, com probabilidade de 95%. Ou seja, o cenário 3 obtém redução de tempo e custo em relação ao cenário 1 proposto pela empresa.

Esta diferença de custo pode ser atribuída ao fato de que a alocação de mais recursos no caso do cenário 3 reduziu a duração de algumas atividades, levando à redução da duração do projeto como um todo, e por conseguinte à redução ou extinção de multas por atraso. A redução nas multas compensou o aumento de custos oriundos da contratação de mais recursos.

4. Conclusão

A proposta de criação de um modelo de simulação computacional para auxiliar na tomada de decisão sobre o planejamento de recursos em um projeto de construção de um ramal de gás natural se mostrou eficiente em relação aos resultados encontrados. O modelo permitiu a verificação de três diferentes cenários, nos quais se testaram alocações alternativas

dos recursos, aumentando assim a visão sobre o impacto dos recursos na duração das atividades e nos custos e do projeto.

Considerar incertezas sobre as durações das atividades é um aspecto fundamental para construção do modelo, visto que essas durações podem ser afetadas por diversos fatores, como produtividade e condições de clima. A utilização da modelagem e simulação é uma alternativa para o gerenciamento desses riscos. O modelo mostrou que uma quantidade maior de recursos não significa obrigatoriamente um custo mais elevado, visto que a quantidade de recursos está diretamente relacionada à duração das atividades, e uma duração menor pode implicar em custos menores.

Como trabalhos futuros, considera-se a possibilidade de utilizar otimização baseada em simulação, de forma a determinar a alocação dos recursos que minimiza o custo esperado do projeto.

Referências

- ABEGÁS. Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado. *Consumo industrial de gás natural cresce 5,7% em abril*. Disponível em: <www.abegas.org.br/Site/?p=22288>. Acesso em 15 maio.2013.
- CHEN, N.; HONG, L. J. Monte Carlo simulation in financial engineering. In: *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, 2007.
- HELDMAN, K. *Gerência de Projetos: Guia para o exame oficial do PMI*. 6.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- KERZNER, H. *Gestão de Projetos: as melhores práticas*. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- KRAJEWSKI, L; RITZMAN, L; MALHOTRA, M. *Administração de Produção e Operações*. 8 ed. São Paulo: Pearson, 2009.
- LAW, A. M. *Simulation modeling and analysis*. 4th. Ed. New York : McGraw Hill, 2007.
- MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. 5^a Ed. Rio de Janeiro: GEN/LTC, 2012.
- MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. *Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas*. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- PALISADE CORPORATION. *O futuro na sua planilha*. Disponível em: <www.palisade-br.com/risk/>. Acesso em: 10 jul.2016.
- PESSOA, R. L.; PITOMBEIRA NETO, A. R. Um modelo de otimização baseada em simulação para alocação de mão-de-obra em projetos de pintura de torres eólicas. In: *Anais do XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*, Bento Gonçalves, 2012.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. *Conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK® 3. ed*. Newton Square: PMI Global Standard, 2004.
- ROSS, S.M. *Simulation*. 4th Ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2006.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VIANA, V. R. *Gerenciamento de projetos estabelecendo referenciais competitivos*. 6 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.