

MENSURAÇÃO DE CUSTOS DIRETOS UNITÁRIOS COM VARIABILIDADE EM UMA EMPRESA DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cristiane de Mesquita Tabosa (UFERSA)
cristiane_dmt@yahoo.com.br
MAXWEEL VERAS RODRIGUES (UFC)
maxweelveras@gmail.com



Em algumas operações, a determinação dos custos é dificultada devido à existência de produtos que possuem elevada variabilidade de utilização de recursos, gerando incertezas na mensuração de custos diretos unitários, como no caso das operações no setor de construção civil. Nesse contexto, o artigo objetiva mensurar os custos diretos unitários em uma empresa prestadora de serviços de engenharia do setor de construção civil levando em consideração a existência de variabilidade. Para cumprir o objetivo, é utilizada a simulação de Monte Carlo. O artigo é trabalhado metodologicamente a partir de uma pesquisa bibliográfica e de uma pesquisa de campo em que são tratados e analisados dados e informações coletados in loco sobre as atividades produtivas de uma empresa do setor da construção civil do Estado do Ceará, culminando na aplicação do método proposto. Por fim, conclui-se que o método proposto é eficaz na mensuração de custos diretos unitários com variabilidade.

Palavras-chaves: Setor da construção civil, Variabilidade de custos diretos unitários, Simulação de Monte Carlo

1. Introdução

O setor da construção civil é importante para a economia nacional e regional pela característica de impacto no Produto Interno Bruto (PIB), e de geração de empregos e renda ao longo da sua cadeia produtiva (TORTATO, 2007). A importância social e econômica do setor é relevante, ainda, em termos de atendimento às necessidades de habitação e edificações comerciais por parte da sociedade (ABRAMAT, 2009).

Em alguns processos produtivos, como no caso da indústria da construção civil, o levantamento e análise de custos são dificultados devido à existência de atividades com elevada variabilidade de utilização de recursos, tais como a mão de obra direta. A realização dessas atividades requer o consumo de um conjunto de recursos que representam custos diretos unitários que, por sua vez, possuem acentuada variabilidade ainda em se tratando de unidades habitacionais similares de um mesmo empreendimento/projeto de construção, gerando incertezas contábeis. Neste sentido, há dificuldades no processo de determinação dos custos que pode levar o gestor a realizar mensurações e análises equivocadas relativas à lucratividade de serviços, projetos e clientes.

Neste contexto, o artigo tem como objetivo apresentar um estudo analítico para mensurar os custos diretos unitários variáveis em uma empresa do setor da construção civil. Além da corrente introdução, o artigo é estruturado a partir de uma seção de fundamentação teórica em que são abordados os principais conceitos e definições relacionados à mensuração dos custos na construção civil e Simulação de Monte Carlo. Em seguida, é exposta a metodologia utilizada e é apresentado o estudo de variabilidade dos custos diretos nos serviços escolhidos, além de discutidos os resultados obtidos. Finalmente, são expostas as conclusões dos autores e as limitações.

2. Fundamentação teórica

2.5 Mensuração de custos no setor de construção civil

No setor da construção civil, os sistemas tradicionais de gestão de custos nem sempre atingem satisfatoriamente seus objetivos e, com isso, os gestores acabam tomando decisões importantes baseadas apenas em intuição e senso comum (FORMOSO; LANTELME, 2000).

O documento básico relativo aos custos de um empreendimento do setor de construção civil é o orçamento, servindo de parâmetro básico tanto no estudo de viabilidade econômico-financeira, como também nas negociações de preços junto a fornecedores e a clientes.

Segundo Dias (2003), os orçamentos tradicionais geralmente dividem os custos da obra em diretos (referentes aos insumos da obra) e indiretos (referentes à administração, aos encargos financeiros e aos impostos). Os custos diretos são estimados, nos orçamentos tradicionais, através de levantamentos quantitativos de projetos e utilizam composições de custos relativas às atividades de transformação da obra através de coeficientes de consumo para cada insumo da atividade orçada.

Para que um custo seja direto em relação a um produto, “é necessário que haja um fator ou medida de consumo por meio do qual seja possível mensurar a quantidade de recursos consumidos, utilizados ou transformados.” (MARTINS; ROCHA, 2010, p. 37).

O processo produtivo da construção civil, como o de obras verticais, corresponde a uma sucessão de etapas formadas por atividades diversificadas que envolvem a incorporação de uma grande variedade de materiais, componentes, pessoas e equipamentos, são identificados três tipos básicos de atividades: preparação de materiais e de equipamentos auxiliares; construção; e armazenamento e transporte de materiais (FARAH, 1992).

Kern (2005) cita algumas características do processo produtivo da construção civil, destacando a descontinuidade dos serviços devido, principalmente, à elevada quantidade de equipes interdependentes necessárias no processo e à falta de sequência rígida para a realização das tarefas, gerando atrasos nos serviços antecessores. Ainda, ocorre a falta de detalhamento e decisões de projetos, a falta de materiais, entre outros fatores prejudiciais à continuidade do processo de construção.

As finalidades diferenciadas atendidas pelos produtos do setor, a flexibilidade tecnológica e as combinações múltiplas de insumos impedem a sistematização de métodos construtivos, além de promover altos níveis de variabilidade, redundando, conseqüentemente, em dificuldades ao gerenciamento da construção (ROCHA, 1997).

Em função do cenário de alta variabilidade dos recursos produtivos acima explicitado, há impacto nos custos diretos unitários dos serviços do setor de construção civil. Notadamente, pode-se destacar a mão de obra como um recurso recorrentemente caracterizado pela

existência de variabilidade no seu consumo, por exemplo, em termos de tempo para realizar os diversos serviços de construção civil (FORMOSO, 1991; ROCHA, 1997; BERTELSEN, 2002; KERN, 2005).

2.2 Simulação

A simulação está inserida no campo de conhecimento da Pesquisa Operacional e tem sido utilizada na engenharia para tratar situações em que se tenta compreender características de um sistema pelo conhecimento de outro que lhe é similar (PRADO, 2004), sendo especialmente útil em situações que envolvem análise de riscos (LUSTOSA; PONTE; DOMINAS, 2004). A realização de uma simulação inicia-se com o desenvolvimento de um modelo que represente o sistema a ser investigado (HILLIER; LIEBERMAN, 1995). Um modelo, segundo Pidd (1999, p. 120) é uma “representação explícita e externa de parte da realidade tal como vista pelas pessoas que desejam o utilizar o modelo para entender, mudar, gerencial e controlar essa parte da realidade de alguma forma.”

2.2.1 Simulação de Monte Carlo

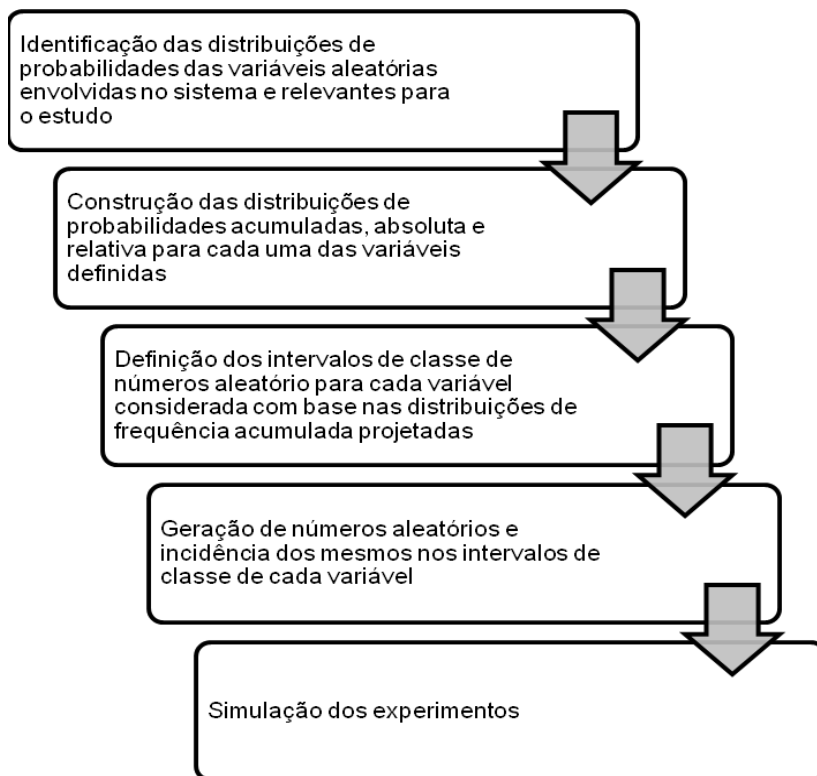
A SMC é um método de avaliação interativa de um modelo probabilístico que usa números aleatórios como entradas (LIMA *et al.*, 2008). Esse método é utilizado quando o modelo é complexo, ou não-linear, ou quando envolve um número razoável de parâmetros de incerteza.

A SMC faz o uso de números gerados aleatoriamente a fim de criar vários eventos possíveis de acontecerem, isentando os números de uma inclinação mais otimista ou pessimista do autor da projeção. Cada geração de novos valores correspondentes a um evento ou cenário provável de ocorrer é guardado em uma distribuição de probabilidade. A disposição desses eventos em uma distribuição possibilita a avaliação da probabilidade de cada evento, através de medidas de estatística descritiva tais como a média e o desvio-padrão. Além disso, a SMC possibilita determinar os valores mínimos e máximos obtidos nas simulações, e o “risco de negatividade” que os valores dos eventos simulados têm de serem menores que algum valor específico

O conceito estatístico de aplicação da Simulação de Monte Carlo é baseado em uma variável aleatória x com função de distribuição de probabilidade $f(x)$, e função cumulativa de probabilidade $F(x)$. No caso de uma nova variável $y = F(x)$, esta tem uma distribuição uniforme sobre o intervalo fechado $[0,1]$ e a função cumulativa de probabilidades representa

as características aleatórias da variável em questão. Dada à função cumulativa de probabilidade da variável em simulação $F(x)$, adota-se um número gerado aleatoriamente, no intervalo $[0,1]$, e usando a função cumulativa de probabilidades, determina-se o valor da variável x , que corresponde ao número aleatório gerado (ANDRADE, 2008). As etapas básicas para operacionalização da SMC são as seguintes, conforme apresenta a Figura 7:

Figura 1 - Etapas para operacionalizar o método de simulação de Monte Carlo



Fonte: Adaptado de Saraiva Jr., Rodrigues e Costa (2009)

A geração de números aleatórios é obtida por artifícios tais como tabelas, roletas e sorteios; ou diretamente a partir de *softwares* tais com: Microsoft Excel[®], Crystal Ball[®] e @Risk[®]. Através de funções específicas, a cada iteração, o resultado é armazenado e, ao final de todas as repetições, a sequência de resultados gerados é transformada em uma distribuição de frequência que possibilita calcular estatísticas descritivas.

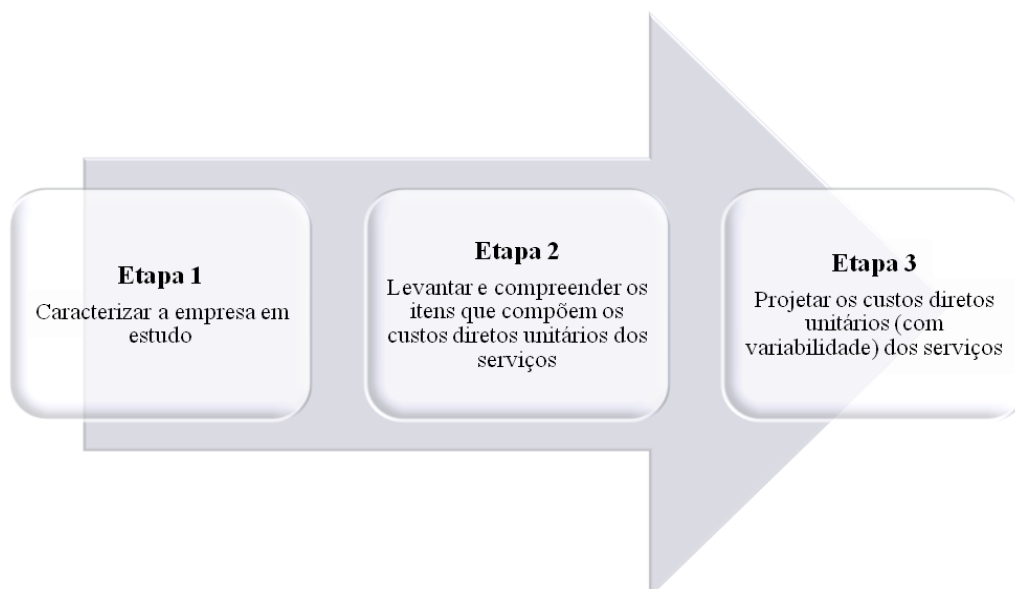
3. Metodologia

A primeira parte do estudo consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica. Gil (2002, p.44) pontua que a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos”. A pesquisa feita neste trabalho emprega o método hipotético-dedutivo (MARCONI; LAKATOS, 2008) à medida em que parte de teorias sobre mensuração de custos no setor de construção civil e simulação, com destaque a Simulação de Monte Carlo.

A metodologia segue uma pesquisa de campo que, conforme Marconi e Lakatos (2008, p. 188), “consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los”. Foram realizadas entrevistas com pessoas-chave e coletados dados *in loco* na empresa.

Foi proposto, conforme figura 2, um método que corresponde a um instrumento que auxilia as ações do pesquisador e orienta o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que reúne atividades sistemáticas e racionais, pautadas no alcance dos objetivos do estudo (LAKATOS E MARCONI, 2008).

Figura 1 – Método Proposto



Fonte: Autores

4. Aplicação do método proposto

4.1 Etapa 1 - Caracterizar a empresa em estudo

A pesquisa de campo foi realizada em uma prestadora de serviços na área de engenharia classificada como empresa de médio porte e optante pelo regime de tributação Lucro Real. A empresa foi fundada em 2006, e presta serviços para o setor de construção civil no Ceará e Rio Grande do Norte, tais como instalação, manutenção e construção de redes elétricas residenciais, comerciais e industriais, além de instalações hidrossanitárias, de incêndio, de gás, entre outros.

A empresa possui, aproximadamente, 170 funcionários diretos divididos entre os cargos de servente, auxiliar de bombeiro, auxiliar de eletricista, bombeiro e eletricista, além de 38 funcionários indiretos, divididos entre os cargos de encarregado, supervisor, gerente de obra e cargos ligados à administração e apoio à produção.

4.2 Etapa 2 - Levantar e compreender os itens que compõem os custos diretos unitários dos serviços

Nesta etapa, foi realizado o levantamento de todos os itens que compõem os custos unitários que incidem diretamente nos serviços. Para tal, fez-se uso de dados históricos contidos nos orçamentos de materiais e de mão de obra dos serviços.

Para ilustrar o estudo realizado, mostra-se os dados obtidos no grupo “instalações elétricas em apartamentos”, com nove serviços, de três projetos/empreendimentos. Com base em informações fornecidas pelo Setor de Orçamento da empresa, verificou-se que os custos diretos relativos aos materiais utilizados nos serviços de engenharia do grupo “instalações elétricas em apartamentos” não apresentam grande variabilidade e são comumente compostos pela soma dos custos dos seguintes insumos: eletrodutos; conexões; acessórios (abraçadeira, bucha, arruela e condutele); eletrocalhas e perfilados; caixas e quadros; cabos; interruptores e tomadas; e insumos diversos (arame galvanizado, fita isolante, vaselina pastosa, tiro completo, entre outros).

Por sua vez, os custos de mão de obra direta compreendem os salários nominais dos eletricistas, bombeiros, auxiliares e serventes, além dos encargos sociais e trabalhistas, seguindo às diretrizes do sindicato local. O Quadro 5 apresenta as alíquotas relacionadas aos

encargos sociais, aos encargos trabalhistas e às despesas sociais relativos à mão de obra da empresa:

Quadro 5 - Encargos sociais, aos encargos trabalhistas e às despesas sociais relativos à mão de obra da empresa estudada

ENCARGOS SOCIAIS, ENCARGOS TRABALHISTAS E DESPESAS SOCIAIS	
INSS (Instituto Nacional do Seguro Social)	20,00%
FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço)	8,00%
Salário educação	2,50%
SESI (Serviço Social da Indústria)	1,50%
SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial)	1,00%
SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas)	0,60%
INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária)	0,20%
Seguro Acidente Do Trabalho	2,80%
Férias	10,93%
Auxílio doença	0,44%
Licença paternidade	0,08%
Faltas justificadas	0,82%
13º salário	8,33%
Acidentes de trabalho	0,41%
Feriados	3,28%
Incidência cumulativa (encargos sociais x encargos trabalhistas)	8,89%
Aviso prévio	4,11%
Multa FGTS	3,20%
Participação nos lucros	4,00%
Vale transporte	16,41%
Refeição	20,84%
Fardamento	2,15%
EPI's	1,56%
TOTAL	122,05%

Fonte: Autores

Na empresa estudada, foi verificado que o custo da mão de obra direta é intrinsecamente relacionado ao tempo dedicado pelas equipes de profissionais/operários às diversas atividades que compõem a execução dos serviços de engenharia. O levantamento do tempo de trabalho de cada equipe foi obtido através de planilhas de programação e controle de produção em que são explicitados os serviços concluídos no período, as equipes que executaram os serviços e os tempos consumidos pelas equipes para a realização dos serviços de cada projeto/empreendimento.

Como, historicamente, foi verificado que o tempo consumido pelas equipes na execução dos serviços do grupo de “instalações elétricas em apartamento” era variável, mesmo em se

tratando de uma mesma unidade habitacional, constatou-se que os custos unitários de mão de obra direta apresentavam variabilidade.

4.3 Etapa 3 - Projetar os custos diretos unitários (com variabilidade) dos serviços

Conforme já exposto, com base em planilhas de programação e controle de produção os serviços específicos do grupo “instalações elétricas em apartamentos” (realizados de forma repetitiva) são caracterizados pela existência de variabilidade do tempo de mão de obra aplicada, resultando na variabilidade dos custos unitários de mão de obra direta.

Desta forma, para cumprir o objetivo dessa etapa, foi mensurado o custo de mão de obra direta unitária. Para tal, o tempo de trabalho estimado foi multiplicado pelo custo temporal de uma equipe produtiva (custo diário),

Inicialmente, foi feito o levantamento de dados históricos dos tempos de trabalho dos serviços do grupo “instalações elétricas em apartamentos” dos projetos/empreendimentos. Em seguida, foi realizada a avaliação da frequência de incidência dos tempos de execução de cada serviço a fim de projetá-los. Esta projeção foi feita através da construção de distribuições de frequência (absoluta, relativa e acumulada) de utilização, por tipo de serviço, do tempo de trabalho de cada equipe que representa um custo direto unitário.

Quadro 6 - Distribuição de frequência do consumo de tempo (em dias) de mão de obra por serviço de engenharia do PROJETO 2

TUBULAÇÃO ELÉTRICA NO TETO			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
1,600	3	8,11%	8,11%
2,000	6	16,22%	24,32%
2,500	11	29,73%	54,05%
3,000	13	35,14%	89,19%
4,000	4	10,81%	100,00%
SOMA	37	100,00%	
TUBULAÇÃO ELÉTRICA EM PAREDE DE BLOCO CERÂMICO			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
2,000	4	11,11%	11,11%
1,700	11	30,56%	41,67%
1,000	9	25,00%	66,67%
1,300	4	11,11%	77,78%

0,500	3	8,33%	86,11%
0,750	5	13,89%	100,00%
SOMA	36	100,00%	
TUBULAÇÃO ELÉTRICA EM BLOCOS DE GESSO			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
2,000	17	51,52%	51,52%
1,700	6	18,18%	69,70%
1,500	5	15,15%	84,85%
1,000	5	15,15%	100,00%
SOMA	33	100,00%	
TUBULAÇÃO DOS ALIMENTADORES			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
0,500	11	21,15%	21,15%
0,330	3	5,77%	26,92%
0,200	16	30,77%	57,69%
0,170	4	7,69%	65,38%
0,150	16	30,77%	96,15%
0,100	2	3,85%	100,00%
SOMA	52	100,00%	
COLOCAÇÃO DE CAIXAS 4 X 2 / QUADROS			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
2,000	3	8,33%	8,33%
1,600	12	33,33%	41,67%
1,500	3	8,33%	50,00%
1,000	14	38,89%	88,89%
0,800	4	11,11%	100,00%
SOMA	36	100,00%	
FIAÇÃO DOS CIRCUITOS			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
0,500	5	15,63%	15,63%
0,330	12	37,50%	53,13%
0,200	11	34,38%	87,50%
0,170	4	12,50%	100,00%
SOMA	32	100,00%	
CABEAÇÃO DOS ALIMENTADORES			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
0,500	5	17,86%	17,86%
0,330	5	17,86%	35,71%
0,250	12	42,86%	78,57%
0,200	6	21,43%	100,00%

SOMA	28	100,00%	
FECHAMENTO DOS CIRCUITOS NOS QUADROS			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
1,000	1	3,85%	3,85%
0,750	7	26,92%	30,77%
0,500	8	30,77%	61,54%
0,400	5	19,23%	80,77%
0,330	5	19,23%	100%
SOMA	26	100,00%	
INSTALAÇÃO DE TOMADAS E INTERRUPTORES			
DIAS	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
1,500	1	3,57%	3,57%
1,200	2	7,14%	10,71%
1,000	5	17,86%	28,57%
0,750	7	25,00%	53,57%
0,630	8	28,57%	82,14%
0,500	5	17,86%	100,00%
SOMA	28	100,00%	

Fonte: Elaborado pela autora

Depois de projetados os tempos de trabalho das equipes, passou-se a abordar a mensuração do custo temporal da mão de obra direta dos serviços do grupo de “instalações elétricas em apartamentos”. Verificou-se que as atividades produtivas eram realizadas por equipes compostas por um eletricista (denominado na empresa como “profissional”) e um auxiliar de eletricista ou um servente. O Quadro 2 apresenta o cálculo do custo diário de uma equipe de trabalho:

Quadro 2 - Custo diário de uma equipe de trabalho do grupo de serviços “instalações elétricas em apartamentos”

CUSTO DA EQUIPE	SERVENTE	AUXILIAR	PROFISSIONAL
Salário mensal	R\$ 639,00	R\$ 722,50	R\$ 970,00
Horas trabalhadas mês	193,6	193,6	193,6
Salário horário	R\$ 3,30	R\$ 3,73	R\$ 5,01
Salário horário médio - servente & auxiliar	R\$ 3,52		
Salário horário - equipe	R\$ 8,53		
Salário diário - equipe	R\$ 75,03		
Encargos/despesas sociais/trabalhistas	R\$ 91,57 (= 122,05% × R\$ 75,03)		
Custo diário - equipe	R\$ 166,6		

Fonte: Elaborado pela autora

As horas trabalhadas no mês corresponde a uma média de 22 dias úteis e as horas trabalhadas por dia correspondem a 44 horas semanais divididas por 5 dias de trabalho na semana (horário comercial). Convém ressaltar que o custo diário da equipe foi utilizado no cálculo do custo unitário de MOD através da aplicação da simulação de Monte Carlo.

A utilização da simulação de Monte Carlo para determinação da CMOD deu-se da seguinte forma: geraram-se números aleatórios não nulos entre 0 e 1 e os remeteram, com base nas distribuições de frequência estabelecidas, a um valor correspondente de consumo de tempo de mão de obra direta. As distribuições de frequência relativa apontaram as probabilidades de ocorrência de cada valor. As distribuições de frequência absoluta serviram como base para a definição dos intervalos, entre 0 e 1, que se relacionavam aos números aleatórios gerados.

SIMULAÇÃO	TEMPO DE TRABALHO (EM DIAS) (1)	CUSTO DIÁRIO DA EQUIPE (SALÁRIOS) (2)	CMOD LIQUIDA (3) = (1) × (2)	ENCARGOS E BENEFÍCIOS (4) = (3) × 1,2205	CMOD TOTAL DO SERVIÇO (5) = (3) + (4)
------------------	---	---	--	--	---

Este procedimento foi replicado 10.000 vezes para a consecução de uma amostra representativa. Com a soma dos encargos/despesas sociais/trabalhistas, que correspondem a 122,05% do salário, foi gerado o custo total de MOD do serviço.

A Tabela 1 apresenta, para um dos serviços de engenharia selecionados no estudo, os vinte primeiras custos de MODu obtidas com as simulações. Ressalta-se que as 10.000 simulações realizadas para cada serviço foram executadas no *software* Excel® 2007.

1	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51
2	4,00	R\$ 75,03	R\$ 300,12	R\$ 366,30	R\$ 666,42
3	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
4	1,60	R\$ 75,03	R\$ 120,05	R\$ 146,52	R\$ 266,57
5	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51
6	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
7	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
8	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
9	1,60	R\$ 75,03	R\$ 120,05	R\$ 146,52	R\$ 266,57
10	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
11	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51
12	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
13	2,00	R\$ 75,03	R\$ 150,06	R\$ 183,15	R\$ 333,21
14	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51
15	2,00	R\$ 75,03	R\$ 150,06	R\$ 183,15	R\$ 333,21
16	1,60	R\$ 75,03	R\$ 120,05	R\$ 146,52	R\$ 266,57
17	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
18	3,00	R\$ 75,03	R\$ 225,09	R\$ 274,72	R\$ 499,81
19	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51
20	2,50	R\$ 75,03	R\$ 187,58	R\$ 228,94	R\$ 416,51

Tabela 1 - Determinação da CMODE do serviço de instalação elétrica “tubulação elétrica no teto”

Fonte: Autores

Com base nas simulações realizadas, pôde-se o custo de MOD mínimo e máximo para cada serviço. Além disso, como resultado principal da aplicação desta etapa, pôde-se determinar custo de MOD esperado de cada serviço.

Quadro 2 - MOD mín, MOD máx e MODE do PROJETO 1

SERVIÇO ESPECÍFICO	MOD _{MÍN}	MOD _{MÁX}	MOD
Tubulação elétrica no teto	R\$ 266,57	R\$ 666,42	R\$ 447,65

5. Conclusões

O presente estudo definiu um método para determinar os custos diretos unitários de serviços de engenharia do setor de construção civil, levando em consideração a existência de variabilidade. Para cumprir o objetivo, foi proposto um método de três etapas construído a partir da integração de técnicas, com destaque à simulação de Monte Carlo por ser um instrumento de avaliação interativa de um modelo probabilístico. O método foi, então, operacionalizado a partir de dados e informações reais de uma empresa cearense de médio

porte que opera na prestação de serviços de engenharia para o setor da construção. Desta forma, entende-se que o objetivo geral da pesquisa foi cumprido com êxito.

O estudo prático realizado demonstrou que a projeção dos custos indiretos unitários mínimos, máximos e esperados apresenta utilidade em fins gerenciais ao permitir uma visão mais realista de cenários futuros, inclusive, em situações em que há incertezas contábeis decorrentes de variáveis caracterizadas por um comportamento probabilístico.

Convém observar que deve ser feito, pelos gestores da empresa estudada, um acompanhamento contínuo dos custos unitários com alta variabilidade para que ações corretivas imediatas possam ser tomadas no momento em que ocorrerem variações acentuadas.

Dentre as limitações, encontra-se o estudo de variabilidade das variáveis relacionadas ao material direto. Ainda coloca-se a pouca análise realizada em relação aos fatores externos (mercado consumidor e concorrência) que influenciam o negócio estudado e a carência de análise no tocante a aspectos de qualidade dos serviços, ou seja, retrabalhos, perdas de materiais e manutenções. O estudo também se limita devido à ausência de modelos para calcular probabilidades associadas aos eventos das variáveis aleatórias.

Referências

ABRAMAT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais.** São Paulo: ABRAMAT, 2009.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelo para análise de análise de decisões.** 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** 297p. Tese (Doutorado em Sociologia) Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FERNANDES, C. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar Microsoft Excel para realizar a simulação de Monte Carlo.** Disponível em: <www.bbbrothers.com.br/scripts/Artigos/MonteCarloExcel.pdf> Acessado em: 10/02/2012.

FORMOSO, C. A. **Knowledge based framework for planning house building projects.** 327p. Thesis (Doctor of Philosophy) – Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford, 1991.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to operations research**. New York: McGraw Hill, 1995.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 234p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 296p. Thesis (Doctor of Technology), Technical Research Centre of Finland, Helsinki, 2000.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, E.; ROCHA, W. **Métodos de custeio comparados: custos e margens analisados sob diferentes perspectivas**. São Paulo: Atlas, 2010

MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. **Decision modeling with Microsoft Excel**. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

PIDD, M. Just modeling through: a rough guide to modeling. **Interfaces**, v. 29. n. 2, p. 118-132, 1999.

PRADO, D. **Teoria das filas e da simulação**. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

ROCHA, M. H. P. **Gestão de variabilidade em construção: o paradigma pós-industrial**. 250p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

SARAIVA JR, A. F.; RODRIGUES, M. V.; COSTA, R. P. Método de determinação da margem de contribuição de produtos com variabilidade de preços e custos diretos unitários: uma aplicação em uma indústria de produtos plásticos. **Revista ABCustos**, v. 4, n. 3, p. 1-29, 2009.

SARAIVA JR., A. F.; TABOSA; C. M.; COSTA, R. P. Simulação de Monte Carlo aplicada à análise econômica de pedido. **Produção**, v. 21, n. 1, p. 149 - 164, 2011.

TORTATO, R. G. **Análise dos condicionantes que influenciaram o Insucesso das empresas incorporadoras de Curitiba e Região metropolitana sob a ótica de seus gestores e suas implicações para a sustentabilidade local**. 189p. Dissertação (Mestrado em Organizações e Desenvolvimento) – Centro Universitário Franciscano, Curitiba, 2007.