FELIPE D'AGOSTO TOLEDO

Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de empreendimentos em empresas de engenharia e construção

São Paulo

2018

FELIPE D'AGOSTO TOLEDO

**Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de
empreendimentos em empresas de engenharia e construção**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título Mestre em
Ciências

São Paulo
2018

FELIPE D'AGOSTO TOLEDO

Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de empreendimentos em empresas de engenharia e construção

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título Mestre em
Ciências

Programa: Mestrado Profissional em
Inovação na Construção Civil

Área de Concentração: Inovação na
Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira
Cardoso

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Toledo, Felipe D'Agosto

Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de empreendimentos em empresas de engenharia e construção / F. D. Toledo - versão corr. -- São Paulo, 2018.
123 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Engenharia civil 2.Construção civil 3.Gerenciamento da construção
4.Controle de custos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.
Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

TOLEDO, F. D. **Proposta de ferramentas para análise de cenários na gestão de custos de empreendimentos em empresas de engenharia e construção.** São Paulo. 2018. 123p. (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Dedico este trabalho à minha família e aos meus amigos, pessoas muito especiais em minha vida. Em especial para minha mulher e meu filho, Andréia e Gustavo, principalmente pela paciência e por me darem motivação e força para enfrentar todos os desafios que aparecem em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Francisco Ferreira Cardoso pela orientação e pelo constante apoio e estímulo transmitido ao longo de todo o trabalho.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, por me proporcionar novamente um momento de desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal, motivo pelo qual sou profundamente grato e tenho orgulho de fazer parte.

Aos meus amigos e à minha família, em especial minha esposa, Andréia Cardoso de Santana, e meu filho, Gustavo Toledo de Santana, por todo incentivo e paciência que vocês tiveram comigo nos momentos dedicados a este trabalho.

À Método Potencial Engenharia, por todas as oportunidades e pelo desenvolvimento pessoal, profissional e agora acadêmico que me proporcionou nos últimos anos, e a todos os amigos e colegas de trabalho. Principalmente à equipe do PMO, que eu tenho orgulho de liderar, a quem eu só tenho a agradecer por todo aprendizado destes últimos anos.

Por fim, a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

O primeiro problema de todos nós não é
aprender - é desaprender.

Gloria Steinem

Custos não existem para serem
calculados. Custos existem para serem
reduzidos.

Taiichi Ohno

RESUMO

O presente trabalho tem como foco principal a gestão de custos de empreendimentos executados por empresas de engenharia e construção (EEC), e propõe modelos que permitem incorporar a geração e análise de cenários em seus processos de gestão de custos. O ponto de partida para este trabalho foi a experiência profissional do autor que, desde 2007, atua na área de planejamento e controle de empreendimentos. Neste período ficou evidente para o autor o quão complexo e multidisciplinar é realizar a gestão de custos de empreendimentos de construção. A gestão de custos é uma tarefa imprescindível para qualquer setor da economia, ainda mais diante da atual conjuntura econômica e política do País. Diante da complexidade e da importância do tema, o presente trabalho discute também a importância da adoção de um sistema de gestão pela empresa de engenharia e construção. Um dos sistemas que podem ser adotados é o descrito na obra Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) elaborado pelo Project Management Institute (PMI). Os conceitos e melhores práticas contidos nesta obra estão cada vez mais difundidos por diversos setores da economia, inclusive na construção civil. No entanto, o setor da construção civil possui diversas peculiaridades, e muitas delas influenciam diretamente na gestão de custos dos empreendimentos. São levantados também outros conceitos e aspectos relacionados ao setor da construção civil, tornando a discussão sobre o tema um pouco mais abrangente, de modo que alguns destes temas podem ser objeto de novos estudos e pesquisas. As ferramentas e modelos propostos baseiam-se nos conceitos levantados, sendo aplicáveis na gestão de custos dos empreendimentos ao longo de sua execução. Essas podem ser vistas, portanto, como uma inovação incremental nos processos e ferramentas adotados pelas EEC, podendo ser aplicáveis também em outros setores da economia.

Palavras-chave: Engenharia civil. Construção civil. Gerenciamento da construção. Controle de custos.

ABSTRACT

The main focus of this work is the cost management of projects carried out by engineering and construction companies (EEC), and proposes models that allow incorporating the generation and analysis of scenarios in their cost control processes. The starting point for this work was the professional experience of the author who, since 2007, works with construction projects planning and control. In this period it became evident to the author how complex and multidisciplinary is to perform the cost management of construction projects. Cost management is an essential task for any economy sector, even more due to the current economic and political environment of Brazil. Given the complexity and importance of the theme, this paper also discusses the importance of adopting a management system by these companies. One of the systems that can be adopted is described in the book A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) from Project Management Institute (PMI). The concepts and best practices contained in this guide are increasingly disseminated by various sectors of the economy, including construction. However, this sector has several peculiarities, and many of them directly influence the cost management of the projects. Other concepts and aspects related to the construction sector are also raised, making the discussion on the subject a little more embracing, so that some of these themes may be the object of further studies and research. The proposed tools and models are based on these concepts and are applicable in construction projects cost management throughout their execution. These tools and models can be seen, therefore, as an incremental innovation in the processes adopted by engineering and construction companies, and may be applicable also in other sectors of the economy.

Keywords: Civil engineering. Construction. Construction management. Cost control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sondagem nacional da construção - Agosto 2017	29
Figura 2 - Indicador de Atividade (INACC) - SindusCon SP e FGV.....	30
Figura 3 - Distribuição dos fatores que geram desvios de custos por categorias	31
Figura 4 - A espiral das incertezas representa a redução da incerteza ao longo do tempo com o desenvolvimento dos projetos	32
Figura 5 - Gráfico representando o conceito <i>rolling wave</i> (ondas sucessivas) comparando o grau de detalhe das informações das ações de curto e longo prazo	32
Figura 6 - Ciclo de vida usual de um empreendimento, tendo por base a visão de um cliente que contrata uma EEC.....	35
Figura 7 - Influencia no custo do empreendimento ao longo do tempo	35
Figura 8 - Esquema simplificado do contexto das EEC	36
Figura 9 - Diferentes papéis desempenhados por uma ECC e por uma gerenciadora	37
Figura 10 - Ciclo de vida usual de um empreendimento - Visão EEC	37
Figura 11 - Relação entre ciclo PDCA e grupos de processos do Guia PMBOK®...	45
Figura 12 - Esquema ilustrando a formação da linha de base de custos e o orçamento do projeto	52
Figura 13 - Exemplo de informações possíveis de se extrair de um gráfico de análise de valor agregado	56
Figura 14 - Esquema simplificado dos principais agentes da cadeia produtiva da construção civil.....	59

Figura 15 - Modelo genérico de sistemas contratuais.....	60
Figura 16 - Modalidades contratuais pelo nível de responsabilidades do cliente e do fornecedor	65
Figura 17 - Alocação de Riscos em modalidades contratuais.....	66
Figura 18 - Processo de gerenciamento de riscos	69
Figura 19 - Compreensão dos riscos ao longo do tempo.....	69
Figura 20 - Mudança de visão necessária para o setor da construção civil: uma redução de custo durante a obra não pode representar um aumento de custo durante a operação do edifício.....	72
Figura 21 - Fluxo de informações entre a gestão de <i>facilities</i> e de projetos.....	73
Figura 22 - Aplicação da análise do valor agregado nas obras de implantação de um novo <i>shopping center</i>	81
Figura 23 - Principais origens dos desvios de custos em empreendimentos da empresa EEC estudada.....	83
Figura 24 - Exemplo tradicional de tarefas com suas folgas individuais.	85
Figura 25 - União das folgas em um único pulmão de controle de tempo	85
Figura 26 - Sugestão de estruturação macro para controle de custos de empreendimentos.....	86
Figura 27 - Modelo gerencial denominado Cubo da Gestão.....	88
Figura 28 - Variação do resultado do empreendimento para a contratada	92
Figura 29 - Valores máximos e mínimos do resultado para contratada	92
Figura 30 - Variação da margem para a contratada.....	93
Figura 31 - Valores máximos e mínimos da margem para contratada.....	94
Figura 32 - Variação dos valores de venda para a contratante.....	95

Figura 33 - Valores máximos e mínimos de venda para contratante.....	95
Figura 34 - Esquema simplificado evidenciando os componentes CD, DI e CTG	98
Figura 35 - Tabela de entrada de dados do modelo 2	99
Figura 36 - Resultado da aplicação do modelo de curva S	101
Figura 37 - Variações da curva S alterando-se o parâmetro a	101
Figura 38 - Variações da curva S alterando-se o parâmetro k.....	102
Figura 39 - Tela do modelo gerador do fluxo econômico-financeiro.....	103
Figura 40 - Entrada de parâmetros das curvas S do modelo	104
Figura 41 - Entrada de parâmetros para geração dos cenários estressados	104
Figura 42 - Etapas de cálculo do modelo	104
Figura 43 - Saída do modelo 2: fluxo financeiro do empreendimento - resultados mensais e acumulados.....	105
Figura 44 - Saída do modelo 2: fluxo de caixa do projeto.....	105
Figura 45 - Saída do modelo: Amostras de resultados.....	106
Figura 46 - Histograma dos cenários estressados.....	106
Figura 47 - Saída do modelo: variações de margem e resultado	107
Figura 48 - Planilha geradora dos cenários (tabela de dados)	107
Figura 49 - Saída do modelo: Comparação entre variação de resultado / margem com a taxa.....	108
Figura 50 - Comparativo entre modalidades contratuais - visão EEC	109
Figura 51 - Saída do modelo variando somente custo VE.....	110
Figura 52 - Amostra de resultados variando somente VE.....	110

Figura 53 - Saída do modelo para variação somente VC.....	111
Figura 54 - Amostras de resultados variando somente de VC	111
Figura 55 - Coluna adicional para incluir estimativas no término	112
Figura 56 - Parâmetro para identificar mês atual da obra	113
Figura 57 - Diferenciação dos meses incorridos e a incorrer	113
Figura 58 - Imagens da ferramenta de gestão de riscos elaborada pela EEC estudada, com destaque para a utilização da extensão <i>@Risk</i> da <i>PALISADE®</i> realizando a simulação de Monte Carlo	114
Figura 59 - Visão geral do modelo de análise de riscos.....	115
Figura 60 - Saída do modelo de análise de riscos	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição dos processos de gerenciamento de projetos entre os grupos de processos e áreas de conhecimento.....	48
Quadro 2 - Comparativo entre áreas de conhecimento do Guia PMBOK® e a estrutura de processos proposta pela NBR ISO 10006:2006.....	48
Quadro 3 - Áreas de conhecimento adicionais do <i>Construction Extension</i>	49
Quadro 4 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 1 - variações	53
Quadro 5 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 2 - índices .	54
Quadro 6 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 1 - estimativas	54
Quadro 7 - Quadro resumo das principais modalidades contratuais	64
Quadro 8 - Alocação de riscos nas principais modalidades contratuais	67
Quadro 9 - Comparação entre conceitos tradicionais e de produção enxuta	71
Quadro 10 - Quadro resumo dos pontos de atenção e lições aprendidas.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de aplicação da análise de valor agregado - variações e índices	55
Tabela 2 - Exemplo de aplicação da análise de valor agregado - estimativas	56
Tabela 3 - Cálculo dos valores de venda para cliente, em função do custo, para as principais modalidades contratuais	90
Tabela 4 - Cenários com variações no custo real (+10% e -10%).....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Análise do Valor Agregado (ou EVA - <i>Earned Value Analysis</i>)
BOT	<i>Build, Operate and Transfer</i>
CC	Construção Civil
CD	Custo Direto
CI	Custo Indireto
CMR	<i>Construction Management at Risk</i>
Cofins	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
Construinova	Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil da Escola Politécnica da USP
CPRB	Contribuição Previdenciária sobre Receita Bruta
CR	Custo Real
CTG	Contingência
D/B	<i>Design, Build</i>
DBB	<i>Design, Bid, Build</i>
DBO	<i>Design, Build and Operate</i>
DI	Despesas Indiretas
EEC	Empresa de engenharia e construção
ENT	Estimativa no Término
EPC	<i>Engineering, Procurement and Construction</i>
EPT	Estimativa para o Término

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GP	Gerente de Projeto
ISS	Imposto Sobre Serviços
MDO	Mão de Obra
ONT	Orçamento no Término
PCM	<i>Pure Agency Construction</i>
PIS	Programa de Integração Social
PMBOK®	<i>A Guide to the Project Management Body of Knowledge - The PMBOK® Guide</i> (Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia PMBOK®)
PMG	Preço Máximo Garantido
PMI	<i>Project Management Institute</i>
VA	Valor Agregado
VC	Volume Cliente
VE	Volume Empresa
VP	Valor Planejado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	CONTEXTO DO TRABALHO.....	28
1.2	JUSTIFICATIVA.....	34
1.3	OBJETIVOS	38
1.4	MÉTODO DE PESQUISA	39
1.4.1	Revisão bibliográfica	39
1.4.2	Estudo de caso.....	39
1.4.3	Desenvolvimento dos modelos	40
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	41
2	REVISÃO DA LITERATURA	43
2.1	CONCEITOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADOS A EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	44
2.1.1	Conceituando o termo projeto.....	44
2.1.2	Os conceitos e melhores práticas do Guia PMBOK®.....	44
2.1.2.1	Grupos de processos de gerenciamento de projetos.....	45
2.1.2.2	Áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos.....	46
2.1.3	Extensão do Guia PMBOK® para projetos na construção civil.....	49
2.1.4	Uma visão geral dos processos de gerenciamento dos custos.....	50
2.1.4.1	Planejar o gerenciamento dos custos.....	50
2.1.4.2	Estimar os custos.....	50
2.1.4.3	Determinar o orçamento	51
2.1.4.4	Controlar os custos	52
2.2	CONCEITOS GERAIS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE OS AGENTES DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL	58
2.2.1	Modalidades contratuais considerando a extensão das responsabilidades	60
2.2.2	Modalidades contratuais considerando a forma de pagamento.....	62
2.2.3	Análise da distribuição de riscos entre contratante e contratada.....	64
2.3	NOVOS CONCEITOS PARA A GESTÃO DE CUSTOS	68
2.3.1	Gerenciamento de riscos em projetos	68
2.3.2	Mudanças necessárias na mentalidade de gestão de custos em empreendimentos de construção civil.....	70

3	ESTUDO DE CASO.....	75
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	75
3.2	LEVANTAMENTO E ANÁLISE CRÍTICA DE EMPREENDIMENTOS	75
3.2.1	Gerenciamento de obras de ampliação de um hospital.....	76
3.2.2	<i>Fitting-out</i> de edifício corporativo	77
3.2.3	Conclusão das obras de ampliação de <i>shopping center</i>	78
3.2.4	Galpão logístico.....	79
3.2.5	<i>Shopping center</i> na cidade de Manaus - AM.....	79
3.3	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS CASOS APRESENTADOS	81
3.3.1	Causas associadas a desvios de custos.....	82
3.3.2	O conceito de pulmão de controle de custos	84
3.3.3	O cubo da gestão	87
4	RESULTADOS	89
4.1	MODELO 1 - ANÁLISE DE MODALIDADES CONTRATUAIS	89
4.2	MODELO 2 - GERADOR DE CENÁRIOS PARA ANÁLISES DE EMPREENDIMENTOS.....	96
4.2.1	Tabela de entrada de dados	97
4.2.2	Curva S.....	99
4.2.3	O modelo de cálculo dos fluxos.....	102
4.2.4	Outras saídas do modelo.....	108
4.2.5	Alterando o parâmetro de geração de cenários	109
4.2.6	Utilizando o modelo em obras em andamento	112
4.3	MODELO 3 - FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE RISCOS.....	114
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
5.1	SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO	117
5.2	MUDANÇAS NECESSÁRIAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM RELAÇÃO A GESTÃO DE CUSTOS.....	117
5.3	MELHORIAS QUE PODEM SER IMPLEMENTADAS NOS MODELOS	118
5.4	SUGESTÕES DE TEMAS PARA FUTUROS TRABALHOS	119
	REFERÊNCIAS	121

1 INTRODUÇÃO

Um programa de mestrado profissional deve ter, dentre seus principais objetivos, a conciliação de dois mundos complementares: o acadêmico e o profissional. A troca de conhecimento, experiências e lições aprendidas entre ambos é extremamente importante. Com isto, o meio acadêmico se aproxima da realidade vivenciada pelas empresas, gerando e difundindo conhecimento. As empresas, por sua vez, têm a oportunidade de promover a melhoria de seus processos internos e se desenvolver com os resultados das pesquisas, perpetuando-se nos mercados em que atuam, gerando empregos e ajudando no desenvolvimento da sociedade.

O Construinova, programa no qual este trabalho está inserido, tem como tema central a inovação na construção civil. A inovação tecnológica é essencial para o desenvolvimento de diversas indústrias (automobilística, bens de consumo, entre outras), e isto não é diferente para a indústria da construção civil. O conceito de inovação tecnológica, de maneira mais ampla, é a conversão de conhecimento em valor econômico. Esta conversão ocorre por meio do desenvolvimento de serviços e produtos, de novos processos de produção, de novas maneiras de se organizar as empresas e de novos modelos de produção ou comercialização de produtos e serviços (Brandão, Gonçalves, Ganem, & Santos, 2006). O Manual de Oslo é a principal referência na conceituação de inovação, e tem como abrangência as inovações em empresas do setor privado: manufatureiras, de construção, serviços comercializados e utilidades (ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 1997).

Trazendo este conceito mais especificamente para o contexto da construção, a inovação tecnológica pode ser entendida como sendo um aperfeiçoamento tecnológico aplicado ao processo de produção de um edifício (Barros, 1996), ou novas maneiras de organização e gestão adotadas pelas empresas do setor. Tal inovação tem por objetivos a melhoria de desempenho, qualidade ou custos do empreendimento. Pode ser resultado de atividades de pesquisa interno ou externo à empresa construtora, e seus resultados podem ser obtidos em relação ao todo ou a uma parte da edificação (BARROS, 1996).

Este trabalho terá como foco as empresas de engenharia e construção (EEC), dentre diversos tipos de empresas que atuam no setor. A caracterização deste tipo de empresa é tratada nas próximas seções deste capítulo. A empresa que foi objeto do estudo de caso é uma empresa deste tipo, na qual o autor atua profissionalmente.

1.1 CONTEXTO DO TRABALHO

Em função de diversos fatores e condições macroeconômicas, a economia brasileira, em especial o setor da construção civil, enfrenta uma situação desfavorável nos últimos anos. O Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro apresentou queda de 3,8% no ano de 2015, sendo que para o setor da construção civil, a queda foi de 7,6% (Gonçalves & Castelo, Recuperação fora do horizonte, 2016). Desde o segundo trimestre de 2014, até setembro de 2017, o PIB da construção civil caiu 21%, o que seria equivalente ao patamar da atividade setorial de 2009 (Castelo & Gonçalves, 2017).

As expectativas com relação ao futuro têm fundamental importância no processo de tomada de decisões. Frente às incertezas que o cenário político e econômico brasileiro apresentam, decisões de investimentos que mobilizam o setor da construção civil estão sendo adiadas. Com isto, a atividade do setor para os próximos anos está parcialmente comprometida, em função do que foi decidido em anos anteriores (Gonçalves & Castelo, Densa neblina de incerteza, 2015).

Tal cenário de pessimismo com relação ao futuro é ilustrado no gráfico apresentado na Figura 1, que apresenta os resultados da pesquisa Sondagem da Construção, realizada pelo SindusCon SP em agosto de 2017. Esta pesquisa retrata a percepção dos empresários do setor da construção civil com relação ao desempenho e à perspectiva de crescimento das empresas. Os dados apresentados estão em uma escala de 0 a 100, sendo 50 o valor central representando a neutralidade. Valores acima de 50 representam desempenho ou perspectiva de crescimento favorável. Valores abaixo de 50 representam cenários desfavoráveis. É possível verificar que, desde fevereiro de 2014, tanto o desempenho quanto a perspectiva de crescimento ficaram abaixo do patamar de neutralidade (valor 50), ou seja, estavam

desfavoráveis. Nos últimos meses, é possível observar uma melhora na perspectiva de crescimento, mas a manutenção do baixo nível de desempenho das empresas, gerando o descolamento entre as linhas do gráfico. No entanto, apesar deste descolamento, ambas as curvas estão abaixo do patamar de neutralidade.

Figura 1 - Sondagem nacional da construção - Agosto 2017

Fonte: Conjuntura da Construção - SindusCon SP (Castelo & Gonçalves, 2017)

Este cenário de pessimismo é confirmado pela questão dos empregos no setor. No segundo trimestre de 2013 o nível global de emprego nas construtoras era de 3,6 milhões, retraindo para 2,8 milhões ao final de 2015, uma redução de cerca de 20% (Gonçalves & Castelo, Recuperação fora do horizonte, 2016).

Um outro indicador que demonstra esta situação é o Indicador de Atividade na Construção Civil (INACC), elaborado pela FGV e pelo SindusCon SP. A Figura 2 apresenta a evolução do índice, tomando como referência o nível de atividade do mês de março de 2013, ao qual foi atribuído o valor 100. Nota-se que, desde então, o indicador sofreu considerável queda nos meses e anos subsequentes, apresentando o pior patamar em dezembro de 2016.

Figura 2 - Indicador de Atividade (INACC) - SindusCon SP e FGV

Fonte: Conjuntura da Construção - SindusCon SP (Gonçalves & Castelo, Entre o fim da crise e a retomada, 2017)

Diante de um cenário macroeconômico que se apresenta como desfavorável, mesmo com indícios de melhoria observado nos últimos meses, as empresas do setor da construção civil, em especial as empresas construtoras, precisam mais do que nunca aprimorar seus processos de gestão e controle. Isto porque, mesmo em épocas de condições macroeconômicas favoráveis, foram muitos os casos de obras que enfrentaram problemas ao longo de sua execução. Isto, de certa forma, compromete o resultado econômico e financeiro destas empresas. Em um momento frágil da economia, como o que se vivencia atualmente, problemas deste tipo podem levar uma construtora a situações delicadas.

Um trabalho recente foi feito com objetivo de revisar sistematicamente a literatura tendo como foco os desvios de prazos e custos em empreendimentos da construção civil. Foram analisados artigos publicados nas últimas décadas, sendo o maior volume de artigos publicados a partir do ano 2000. Neste trabalho foram levantados os fatores que geram desvios de custo e prazo, e estes foram agrupados em nove categorias: atividades e equipamentos; aspectos ambientais e econômicos; alterações de escopo; projeto e documentação; financiamento; gerenciamento; organização, contratos; e relações governamentais (Muianga, Granja, & Ruiz, 2015). A Figura 3 apresenta a distribuição dos fatores dentre estas categorias.

Figura 3 - Distribuição dos fatores que geram desvios de custos por categorias

Fonte: (Muianga, Granja, & Ruiz, 2015)

A categoria Gerenciamento foi a que recebeu 37% dos fatores levantados. Segundo os autores, os fatores associados a esta categoria estão relacionados com o gerenciamento, planejamento, cronograma e recursos no empreendimento. Tal fato revela a importância que deve ser dada à maneira que as construtoras realizam o gerenciamento de seus empreendimentos.

Ainda com relação à gestão dos empreendimentos de construção, um dos principais problemas enfrentados pelos seus gestores é o fato de que, para manter os projetos em andamento, decisões importantes são tomadas sem que as informações necessárias para sustentar tais decisões estejam disponíveis ou completas (WINCH, 2012). Ou seja, o gerenciamento da informação, e sua transformação no empreendimento propriamente dito ao longo do tempo, é um dos principais desafios na construção (WINCH, 2012). Estas informações tornam-se disponíveis à medida que o desenvolvimento dos projetos e demais documentações técnicas avança, o que usualmente ocorre em paralelo à execução das obras. Com isto, o grau de incertezas que os gestores precisam lidar na gestão do empreendimento começa em um patamar elevado, tornando-se menor ao longo da execução do projeto, formando a chamada espiral das incertezas (Mitchell & Coday, 2010), representada na Figura 4.

Figura 4 - A espiral das incertezas representa a redução da incerteza ao longo do tempo com o desenvolvimento dos projetos

Fonte: (Mitchell & Coday, 2010) - traduzido pelo Autor

Um aspecto similar a este é o planejamento em ondas sucessivas, conforme descrito no Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017), na qual o planejamento de um projeto vai sendo detalhado à medida que as informações tornam-se disponíveis para a equipe de projeto. Outro conceito equivalente é o princípio '*rolling wave*', que também pode ser traduzido como ondas sucessivas, segundo o qual objetivos de longo prazo são tratados em termos mais abrangentes, e objetivos de curto prazo são tratados mais detalhadamente (WINCH, 2012), conforme ilustrado na Figura 5. O tamanho dos retângulos no gráfico representa o grau de detalhamento das informações, quanto maiores, mais abrangentes e aproximados, quanto menores, mais definidos e rico em detalhes.

Figura 5 - Gráfico representando o conceito *rolling wave* (ondas sucessivas) comparando o grau de detalhe das informações das ações de curto e longo prazo

Fonte: *Managing Construction Projects* (WINCH, 2012) - traduzido pelo Autor

Outro ponto importante que deve ser observado com relação à forma que as empresas de engenharia e construção (EEC) gerenciam seus empreendimentos é o fato de que os conceitos e ferramentas de gestão adotados no setor geralmente são oriundos da Engenharia da Produção. Ou seja, estas teorias foram inicialmente desenvolvidas tendo como principal alvo as indústrias e fábricas. No entanto, a aplicação destes conceitos sempre requer atenção, dada as diferenças existentes entre um canteiro de obras e uma planta industrial. Em síntese, enquanto a indústria é representada por um trabalho altamente sequencial, constante e em um ambiente estável e controlado, a construção civil é representada por um trabalho com alto grau de interferências entre as etapas, altamente variável e com um ambiente repleto de distúrbios e incertezas (Thomas & Sinha, 2002).

Além destas, outras peculiaridades do setor da construção civil que também afetam a gestão da execução dos empreendimentos são: os produtos gerados são únicos; a área de produção (canteiro de obras) não possui lugar fixo e está sujeito a intempéries; a questão temporária das equipes que realizam a obra (Koskela, 1992). Todos estes fatores geram dificuldades no processo de orçamentação e estimativa dos empreendimentos. Os maiores desafios, sob este aspecto, são: dificuldades de avaliar a qualidade e precisão das primeiras estimativas de custos, dificuldade de descrever as soluções para o escopo nas fases iniciais de desenvolvimento dos projetos, dificuldades em identificar as variabilidades e incertezas de escopo e custos, e por fim a dificuldade de acompanhar o impacto de custos das diversas mudanças nos projetos (Schexnayder, Molenaar, & Shane, 2007). Todas estas dificuldades acabam impactando diretamente a gestão dos custos do empreendimento, durante sua execução.

Por outro lado, levando em consideração fatores socioeconômicos, a indústria da construção civil geralmente é caracterizada pelos altos custos de produção, desperdícios de diversas naturezas (como a elevada produção de resíduos), e pela grande quantidade de mão de obra empregada, sendo a maioria sem qualificação adequada (Barros, 1996). Entretanto, em virtude de sua expressiva importância para o PIB brasileiro, e pela abrangência de sua cadeia produtiva, a preocupação com modernização e inovação no setor da construção civil é necessária e requer a

atenção e dedicação de todos envolvidos, principalmente dos profissionais que atuam no mercado e especialmente daqueles envolvidos na gestão dos custos durante a execução dos empreendimentos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Toda esta incerteza característica do setor da construção civil, associada a uma situação macroeconômica desfavorável, torna ainda mais importante a atividade dos profissionais de planejamento e controle, envolvidos nos processos de gestão de custos dos empreendimentos executados pelas EEC, que são o foco do presente trabalho. Estes profissionais agregam valor para organização garantindo que as estimativas orçamentárias são baseadas em uma sólida compreensão e entendimento das atividades, métodos e recursos necessários para as tarefas de um empreendimento, bem como seus riscos (Winch & Kelsey, 2005). Qualquer desvio nos orçamentos ou nas previsões elaboradas por estes profissionais podem resultar em uma situação bastante crítica, comprometendo o resultado esperado para o empreendimento, trazendo prejuízos para a EEC e para seus clientes. Em atenção a tal fato, este trabalho contribui com a proposta de ferramentas e modelos que podem ser aplicados por esses profissionais, além de realizar uma revisão dos principais conceitos comumente aplicados à gestão de custos de empreendimentos de construção civil.

A opção do autor em realizar um trabalho de pesquisa tendo a gestão de custos como foco ocorreu pela experiência profissional adquirida atuando desde 2007 na área de planejamento e controle de empreendimentos, e pela sua percepção da importância desta área para o sucesso dos empreendimentos executados pelas EEC. Na fase inicial da pesquisa, foram identificados diversos artigos e uma vasta documentação tratando da gestão de prazos e do planejamento de obras, muitos deles tratando da questão da aplicação dos conceitos de *Lean Construction*. Já com relação a custos, muitos deles abordam a questão de desenvolvimento das estimativas orçamentárias do projeto, ainda nas fases iniciais do projeto, e não durante sua execução. A Figura 6 apresenta uma representação das principais fases do ciclo de vida de um empreendimento de construção civil sob a perspectiva de um cliente ou incorporador.

Figura 6 - Ciclo de vida usual de um empreendimento, tendo por base a visão de um cliente que contrata uma EEC

Fonte: Autor

A grande quantidade de materiais acadêmicos sobre gestão de custos nas fases iniciais de um empreendimento (no caso, estudo de viabilidade e projeto) justifica-se pelo fato de que o potencial de influência em seu valor final obra ser maior nestas fases (Melhado, 2005). Ao avançar nas demais fases do empreendimento, qualquer alteração de premissas ou de projetos geram custos, principalmente com retrabalhos, conforme ilustrado na Figura 7. Por exemplo, mudar um poço de elevador ainda na fase de projeto tem um impacto no valor da obra bem menor (horas de projetista) se comparado com esta alteração sendo realizada com a estrutura concluída (demolições, remoções, reforços estruturais, concreto, aço, etc.).

Figura 7 - Influencia no custo do empreendimento ao longo do tempo

Fonte: Autor, baseado no Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017) e Coordenação de Projetos de Edifícios (Melhado, 2005).

É importante, neste momento, buscar esclarecer a definição de uma EEC segundo a concepção do autor. Trata-se de empresas de engenharia e construção que não empregam recursos próprios em seus empreendimentos (em outras palavras, não incorporam, prestam serviços de construção). Estas empresas geralmente buscam por clientes e investidores que têm interesse em realizar empreendimentos contratando os serviços de engenharia e construção. Em língua inglesa, é usualmente utilizado o termo *contractor* para se referir às EEC. Para tornar este conceito mais claro, foi desenvolvido o esquema simplificado mostrado na Figura 8. Nele, estão representadas as principais relações entre as EEC e as demais partes comumente envolvidas na execução de empreendimentos neste segmento da construção (edificações do mercado privado).

Figura 8 - Esquema simplificado do contexto das EEC

Fonte: Autor

É importante diferenciar as EEC das empresas denominadas como Gerenciadoras. Enquanto as EEC são as empresas responsáveis técnicas pela construção e pela obra, as Gerenciadoras são geralmente contratadas pelos clientes (investidores, incorporadores, etc.) para, dentre outras funções, fiscalizar as atividades das EEC, coordenar o desenvolvimento dos projetos do empreendimento, dar suporte nos processos aprovativos e legais junto aos órgãos públicos, realizar o processo de licitação e contratação de uma EEC, entre outras. A Figura 9 ilustra, de uma forma mais clara, esta diferença.

Por outro lado, o fato de as EEC não possuírem mão de obra própria faz com que elas subcontratem praticamente todos os serviços necessários para a execução do empreendimento. Seu *know-how* é justamente em gerenciar todos seus

fornecedores, sendo conhecidas também por ‘construtoras gerenciadoras’, o que pode gerar confusão com o termo Gerenciadora.

Figura 9 - Diferentes papéis desempenhados por uma ECC e por uma gerenciadora

Fonte: Autor

Outra visão do ciclo de vida de um empreendimento de construção, sob a ótica de uma EEC, foi elaborada a Figura 10, que retrata as fases e as principais saídas de cada uma delas.

Figura 10 - Ciclo de vida usual de um empreendimento - Visão EEC

Fonte: Autor

Com estas definições iniciais, é possível delimitar o escopo do presente trabalho: as ferramentas e modelos propostos têm como foco a gestão de custos durante a execução dos empreendimentos de uma EEC. Em outras palavras, corresponde à fase de execução, segundo a visão cliente (Figura 6), ou então à fase de execução do empreendimento, segundo a visão das EEC (Figura 10).

1.3 OBJETIVOS

O presente trabalho possui como objetivo geral propor ferramentas e modelos prognósticos (*prediction models*) que permitam aos profissionais de planejamento e controle de obras melhorarem a forma na qual eles elaboram suas previsões de custo. Dado o elevado grau de incertezas que cercam a indústria da construção civil, conforme abordado anteriormente, a análise dos riscos envolvidos e de possíveis cenários futuros é essencial para que as empresas possam definir estratégias e planos de ação lidar com estas possíveis situações.

As teorias e metodologias atuais de previsão de custos geralmente apontam para um resultado pontual, que geralmente não auxilia na tomada de decisões, dado o volume de incertezas das premissas que foram consideradas para sua elaboração. Por exemplo, a análise de valor agregado (tratada adiante neste trabalho) pode trazer importantes informações sobre a situação atual da obra, mas requer cuidados ao ser utilizado para projeções futuras.

Para tanto foram repassados, por meio da revisão bibliográfica, os principais conceitos utilizados na gestão dos custos de empreendimentos de construção civil. Por exemplo, revisar e compreender as principais modalidades contratuais e a alocação de riscos entre as partes envolvidas, os principais processos para a gestão de custos, bem como a discussão de temas relevantes no que diz respeito à gestão de custos em empreendimentos de construção civil.

Este último ponto é importante pois, conforme abordado anteriormente, os custos de um empreendimento são definidos em suas fases iniciais (estudo de viabilidade, desenvolvimento dos projetos). Em outras palavras, se um projeto foi mal orçado, ou se foi elaborado com premissas erradas, a gestão de custos durante a obra não conseguirá por si só corrigir o problema que foi gerado nas fases iniciais do empreendimento.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

De maneira geral, o trabalho de pesquisa foi realizado em três etapas: revisão bibliográfica, estudo de caso e elaboração dos modelos.

1.4.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa do trabalho consistiu na revisão bibliográfica, visando resgatar os conceitos, definições e terminologias utilizadas comumente nos processos e rotinas de gestão de custos de empreendimentos de construção civil. São abordados também alguns temas importantes que estão relacionados à gestão de custos, mas que não estão relacionados às fases de execução dos empreendimentos (foco deste trabalho), mas sim às fases iniciais de concepção do projeto.

É importante destacar a importância e as diversas contribuições que as disciplinas oferecidas no programa Construinova proporcionaram para o presente trabalho. Foram selecionadas aquelas com maior alinhamento ao tema central da pesquisa, que é a gestão de custos de empreendimentos de construção civil, com destaque para as disciplinas de *Real Estate*, com conteúdo muito importante para o desenvolvimento dos modelos.

1.4.2 Estudo de caso

Na segunda etapa foi realizado um estudo de caso junto a uma EEC, na qual o autor trabalha desde 2007 na área de planejamento e controle. Este estudo de caso teve como ponto de partida uma revisão geral das lições aprendidas ao longo dos empreendimentos vivenciados pelo autor. Tais lições são importantes, pois de certa forma auxiliaram a compreensão e ilustram algumas situações envolvendo modalidades contratuais comuns para as EEC.

Foram discutidas também as principais origens de desvios de custos observados nos últimos empreendimentos da empresa, de acordo com um levantamento realizado pelo PMO (*Project Management Office* ou Escritório de Gerenciamento de Projetos), área da empresa responsável, dentre outras atribuições, pelo sistema de

gestão e pela difusão das melhores práticas de gerenciamento de projetos. Esta discussão também complementa diversos aspectos levantados durante a revisão bibliográfica.

Um ponto forte da EEC que também foi abordado no estudo de caso foi seu sistema de gestão, bastante abrangente. Ele leva em consideração conceitos e melhores práticas contidas no Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) do Project Management Institute (PMI), conceitos de gestão da qualidade, meio ambiente e segurança do trabalho (relacionados às normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001), e também conceitos de gestão da produção. Isto reforça o fato de que o sucesso de um empreendimento não depende exclusivamente dos processos de gestão de custos, mas sim, de um sistema de gestão amplo que leva em consideração diversas áreas de conhecimento envolvidas na execução de um empreendimento de construção civil.

Todas estas informações contribuíram para as discussões realizadas ao longo da revisão bibliográfica e para o desenvolvimento dos modelos propostos. A aplicação destes modelos representa uma inovação incremental à forma pela qual a empresa realiza a gestão dos custos de seus empreendimentos principalmente por proporcionar mais informações para tomada de decisões estratégicas.

1.4.3 Desenvolvimento dos modelos

Os modelos foram desenvolvidos utilizando-se o software *Microsoft® Excel*, a partir dos conceitos e melhores práticas levantadas na revisão bibliográfica e no estudo de caso. Buscou-se não utilizar outros softwares ou extensões em seu desenvolvimento, flexibilizando desta forma sua aplicação. Por exemplo, a EEC estudada utiliza uma extensão denominada *@Risk* desenvolvida pela empresa *Palisade* em sua ferramenta de gestão de riscos. Para a implantação plena desta ferramenta, é necessário adquirir uma licença do *@Risk*.

O principal recurso do *Microsoft® Excel* utilizado nos modelos para permitir a realização das análises, além das funções estatísticas e matemáticas tradicionais do software, é a Tabela de Dados. Este recurso permite, de maneira geral, realizar um

mesmo cálculo em uma planilha diversas vezes registrando os resultados obtidos, permitindo a análise dos dados.

A EEC estudada utiliza um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da TOTVS® na gestão de suas operações. Além disso, utiliza o *Microsoft® Sharepoint* como ferramenta de colaboração para o armazenamento, distribuição e controle dos documentos utilizados na gestão dos empreendimentos. A utilização destes sistemas permite fácil acesso às informações dos projetos, principalmente aquelas necessárias para gestão de custo.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está dividido em cinco partes, sendo a primeira o presente capítulo de introdução, no qual o contexto do trabalho foi apresentado, bem como seus objetivos, justificativa e metodologia.

Na segunda parte é apresentada a revisão bibliográfica, que visa resgatar os principais conceitos relacionados à gestão de custos de empreendimentos de construção civil, essenciais para a compreensão das ferramentas propostas neste trabalho.

A terceira parte traz o estudo de caso, e todas as lições aprendidas e experiências vivenciadas pelo autor atuando como planejador e controlador de custos de obras, bem como contribuições recentes obtidas com gestores e líderes da empresa.

A quarta parte traz os resultados deste trabalho de pesquisa, que são as ferramentas propostas para contribuir com a gestão de custos dos empreendimentos de construção civil.

Na quinta e última parte são realizadas considerações finais, resgatando os principais conceitos e pontos de atenção e discussão levantados ao longo do trabalho.

Após esta seção são apresentadas as referências bibliográficas consultadas e os anexos (referentes às ferramentas e modelos elaborados), encerrando o trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Visando uma melhor organização da revisão bibliográfica realizada ao longo da pesquisa, esta foi dividida em três partes principais, conforme descrito a seguir.

A primeira parte resgata os principais conceitos contidos no livro Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®), elaborado pelo Project Management Institute (PMI), uma das maiores associações profissionais de gerenciamento de projetos, programas e portfólios. O Guia PMBOK® é uma das principais bibliografias adotada por empresas de diversos setores da economia, dentre os quais o setor da construção civil. Apesar de não ser uma referência tradicionalmente acadêmica, o Guia PMBOK® possui conceitos importantes, aplicáveis em projetos de qualquer natureza. Neste trabalho, dado seu foco em gestão de custos, foram visitados somente os processos de gestão de custos e de gestão de riscos. Este último é importante, pois a partir dele é possível determinar as reservas de contingência, que devem ser administradas ao longo da execução do projeto.

A segunda parte visa a detalhar os tipos de relação que ocorrem entre as partes envolvidas na cadeia produtiva da construção civil. Isto porque, a gestão de custos, para uma EEC, está diretamente ligada à gestão dos diversos contratos que esta firma com seus fornecedores e com seu cliente. Ou seja, conhecer as modalidades e os riscos de cada uma delas é essencial para um profissional de planejamento e controle.

Por fim, a terceira parte tem como principal objetivo trazer novos conceitos e novas discussões para o tema de gestão de custos. Conforme abordado na introdução deste documento, a equipe responsável por gerenciar um empreendimento, por melhor que ela seja, pode não conseguir reparar os erros causados nas fases iniciais de concepção do empreendimento. Ou seja, se não for revista a maneira na qual os empreendimentos são concebidos e planejados, desde as fases iniciais, os empreendimentos continuarão a não cumprir os prazos e ficar acima dos valores orçados inicialmente.

2.1 CONCEITOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADOS A EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1.1 Conceituando o termo projeto

São comuns alguns equívocos em função de termos que, apesar de semelhantes, referem-se a conceitos totalmente distintos. Um exemplo disto é o que ocorre com o termo projeto, que pode ser compreendido com um sinônimo de desenho técnico, ou então pode ser um sinônimo de empreendimento. No idioma inglês, tal duplicidade não ocorre, pois para o conceito de desenho técnico, existe o termo *blueprint*, *drawings*, *design*, entre outros. Já o termo *project* refere-se quase que exclusivamente a um empreendimento, ou segundo o Guia PMBOK®, projeto pode ser compreendido como sendo um esforço de caráter temporário, que é empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). É por meio dos projetos (no sentido de empreendimentos) que a sociedade moderna cria valor, gerando ativos físicos que serão explorados para atingir objetivos econômicos e sociais (WINCH, 2012).

Desta forma, tomando-se um empreendimento qualquer de construção civil, este possui características que permitem tratá-lo como sendo um projeto. Isto porque, todo e qualquer empreendimento possui um caráter temporário, ou seja, tem início e término definidos, e gera um resultado único, que no caso é o empreendimento propriamente dito. Com isto, os conceitos e melhores práticas contidas no Guia PMBOK® podem ser aplicados aos empreendimentos de construção pelo gerente do projeto (GP) e sua equipe.

2.1.2 Os conceitos e melhores práticas do Guia PMBOK®

De maneira geral, o Guia PMBOK® divide os conceitos, ferramentas e melhores práticas de gerenciamento de projetos em processos. São ao todo 47 processos que podem ser utilizados ao longo do ciclo de vida de um projeto. Estes processos são divididos em grupos de processos e áreas de conhecimento.

2.1.2.1 Grupos de processos de gerenciamento de projetos

De maneira geral, os grupos de processos estão relacionados à fase do ciclo de vida de um projeto na qual os processos são realizados (por exemplo, prospecção, proposta e negociação, execução do empreendimento e pós obra, conforme visto na Figura 10 anteriormente). São eles:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e Controle;
- Encerramento.

A Figura 11 representa como os grupos de processos podem ser melhor compreendidos, tomando-se por base o ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*).

Figura 11 - Relação entre ciclo PDCA e grupos de processos do Guia PMBOK®

Fonte: Autor

O grupo de processos de iniciação tem como principal objetivo a formalização tanto da criação quanto do início do projeto. Neste momento também é determinado o GP, que é o principal agente responsável pelo desempenho e pelos objetivos do projeto. Esta formalização é feita através de um documento denominado Termo de Abertura, que também traz informações e dados de ordem macro com relação ao projeto (cronogramas, orçamentos, escopo, etc.).

O grupo de processos de planejamento tem como principal objetivo definir como o projeto será gerenciado, ou seja, como este será executado, monitorado, controlado e encerrado. Alguns dos resultados dos processos deste grupo são: Estrutura

Analítica do Projeto (EAP) ou *Work Breakdown Structure* (WBS), cronograma, escopo e orçamento do projeto, planos de gerenciamento das áreas de conhecimento, plano de gerenciamento do projeto, entre outros.

O grupo de processos de execução tem como principal objetivo a execução propriamente dita do trabalho necessário para atingir os objetivos específicos do projeto. Em outras palavras, garantir que o projeto seja executado conforme foi planejado, com a realização dos trabalhos de gerenciamento do projeto e de execução da produção.

O grupo de processos de monitoramento e controle tem como principal objetivo medir o desempenho do trabalho e das atividades executadas ao longo do projeto, e verificar se estas atendem às especificações e ao que foi planejado.

Por fim, o grupo de processos de encerramento tem por objetivo a finalização de todo o trabalho e todas as atividades referentes ao projeto. Após a verificação da conclusão e do atendimento aos requisitos das atividades, o projeto é formalmente encerrado.

A nova versão da norma NBR ISO 9001 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), que trata dos requisitos necessários para um sistema de gestão da qualidade, está cada vez mais voltada para a gestão do empreendimento de uma maneira mais ampla ao invés de tratar especificamente do tema da qualidade. Nesta nova versão, por exemplo, são abordados temas comumente tratados pelo gerenciamento de projetos, como a cultura e mentalidade para tratar os riscos / oportunidades e a gestão das partes interessadas.

2.1.2.2 Áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos

Os processos de gerenciamento de projetos também são divididos em áreas de conhecimento, que podem ser entendidos como conjuntos de conceitos associados, relacionados a uma área de especialização, a um campo profissional ou de gerenciamento de projetos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). As áreas de conhecimento estão descritas sucintamente a seguir:

- Gerenciamento da integração do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para coordenar e integrar todas as ações de gerenciamento do projeto;
- Gerenciamento do escopo do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir que todo trabalho necessário para conclusão do projeto seja realizado;
- Gerenciamento do cronograma do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo;
- Gerenciamento dos custos do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir o atendimento ao orçamento aprovado do projeto;
- Gerenciamento da qualidade do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir que o empreendimento atenda todos os requisitos de qualidade do produto e do projeto, atendendo às expectativas das partes interessadas;
- Gerenciamento dos recursos do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir que os recursos necessários para o projeto estejam mobilizados e disponíveis;
- Gerenciamento das comunicações do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para garantir que todas as informações do projeto sejam gerenciadas (coletadas, distribuídas, armazenadas, etc.) de maneira adequada ao longo do projeto;
- Gerenciamento dos riscos do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para identificar, planejar, monitorar e controlar os riscos do projeto, visando a minimizar as ameaças e a maximizar as oportunidades;
- Gerenciamento das aquisições do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para adquirir e contratar os produtos e serviços necessários para a execução do projeto;
- Gerenciamento das partes interessadas do projeto: relacionado aos processos e atividades necessárias para gerir as expectativas e o engajamento das partes interessadas do projeto, ou seja, as pessoas ou organizações que podem impactar ou ser impactados pelo projeto.

O Quadro 1 resume a distribuição dos processos entre os grupos de processos e as áreas de conhecimento.

Quadro 1 - Distribuição dos processos de gerenciamento de projetos entre os grupos de processos e áreas de conhecimento

Áreas de Conhecimento	Grupos de Processos de Gerenciamento de Projetos				
	INICIAÇÃO	PLANEJAMENTO	EXECUÇÃO	MONITORAMENTO E CONTROLE	ENCERRAMENTO
INTEGRAÇÃO	1 processo	1 processo	2 processos	2 processos	1 processo
ESCOPO		4 processos		2 processos	
CRONOGRAMA (Tempo)		5 processos		1 processo	
CUSTO		3 processos		1 processo	
QUALIDADE		1 processo	1 processo	1 processo	
RECURSOS DO PROJETO		2 processo	3 processos	1 processo	
COMUNICAÇÃO		1 processo	1 processo	1 processo	
RISCOS		5 processos	1 processo	1 processo	
AQUISIÇÕES		1 processo	1 processo	1 processo	
PARTES INTERESSADAS	1 processo	1 processo	1 processo	1 processo	

Fonte: Adaptado de Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)

A norma NBR ISO 10006:2006 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006) apresenta orientações para a gestão da qualidade em empreendimentos (ou, projetos), e traz também conjunto de processos divididos por áreas semelhantes às áreas de conhecimento propostas no Guia PMBOK®. O Quadro 2 apresenta um comparativo entre ambos e é possível verificar uma semelhança entre eles.

Quadro 2 - Comparativo entre áreas de conhecimento do Guia PMBOK® e a estrutura de processos proposta pela NBR ISO 10006:2006

Guia PMBOK®	NBR ISO 10006:2006
Integração	Processos relacionados à interdependência
Escopo	Processos relacionados ao escopo
Cronograma (Tempo)	Processos relacionados ao prazo
Custo	Processos relacionados ao custo
Qualidade	Sistema de gestão da qualidade
Recursos do projeto	Processos relacionados às pessoas
Comunicação	Processos relacionados à comunicação
Riscos	Processos relacionados ao risco
Aquisições	Processos relacionados às aquisições
Partes interessadas	Comprometimento da direção

Fonte: Autor

Isto mostra que a abordagem dos sistemas de gestão da qualidade está cada vez mais abrangente, deixando de tratar somente o tema qualidade, e abordando as demais áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos, tratando o negócio das empresas como um todo. Ou seja, os conceitos de gerenciamento de projetos tornam-se cada vez mais universais.

2.1.3 Extensão do Guia PMBOK® para projetos na construção civil

Em função das características específicas do setor da construção civil, conforme tratado na introdução do presente documento, o PMI publicou inicialmente, em 2003, uma extensão ao Guia PMBOK®, com uma abordagem específica para o setor da construção civil. Trata-se do *Construction Extension to The PMBOK® Guide*, cuja última edição foi publicada recentemente (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2016). Esta extensão conta com duas novas áreas de conhecimento, e cinco novos processos, conforme apresentado no Quadro 3, quando comparado com o Quadro 1.

Quadro 3 - Áreas de conhecimento adicionais do *Construction Extension*

Áreas de conhecimento	Grupos de Processos de Gerenciamento de Projetos				
	INICIAÇÃO	PLANEJAMENTO	EXECUÇÃO	MONITORAMENTO E CONTROLE	ENCERRAMENTO
SAÚDE, SEGURANÇA, PROTEÇÃO E MEIO AMBIENTE		+ 1 processo	+ 1 processo	+ 1 processo	
FINANCEIRO		+ 1 processo		+1 processo	

Fonte: Adaptado do *Construction Extension to The PMBOK® Guide* (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2016)

As novas áreas abordam temas importantes para o setor da construção civil, que é a questão da segurança, saúde e do meio ambiente. As atividades da construção civil envolvem um considerável grau de risco de acidentes, além dos impactos ambientais que causa. A questão financeira também é crítica para empreendimentos de construção, principalmente com relação ao planejamento e acompanhamento do fluxo de caixa do projeto.

Alguns outros processos das demais áreas de conhecimento foram adequados para melhor atenderem às demandas do setor da construção civil, como alguns processos de gestão de escopo e gestão de recursos.

2.1.4 Uma visão geral dos processos de gerenciamento dos custos

De maneira geral, os processos contidos dentro da área de conhecimento de gerenciamento de custos contemplam: planejamento, estimativas orçamentárias e controle dos custos. Com a utilização destes processos e ferramentas, espera-se que o projeto seja concluído dentro do orçamento aprovado (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Os quatro processos contidos nesta área de conhecimento serão abordados a seguir.

2.1.4.1 Planejar o gerenciamento dos custos

O primeiro processo desta área de conhecimento tem como principal objetivo a definição de como os custos serão controlados e monitorados ao longo de todo o projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). A saída deste processo é muito importante: o plano de gerenciamento dos custos. Neste documento está descrito como os custos do projeto serão planejados, estruturados e controlados.

2.1.4.2 Estimar os custos

Este processo tem por objetivo obter as estimativas de custos de todas as atividades do projeto. Para tanto, alguns documentos desenvolvidos por processos de outras áreas de conhecimento - principalmente escopo, tempo, riscos - são necessários.

Durante este processo, devem ser também registradas as bases utilizadas para desenvolvimento destas estimativas. Isto porque o processo de gerenciamento de projetos é bastante iterativo - esta característica é citada em diversos pontos do Guia PMBOK® - e sempre quando atualizações nas informações do projeto ocorrem, são necessárias atualizações em outros documentos do projeto. Por exemplo, ao estimar o custo de uma determinada atividade, podem-se detectar

novos riscos associados àquela tarefa, sendo necessária a atualização dos registros de riscos. É mais uma evidencia dos conceitos de planejamento em ondas sucessivas (ou *rolling wave*) citados neste documento, e também da questão da gestão da informação, que é crítica para contratos de construção.

A questão da elaboração de um orçamento de um empreendimento de construção civil é bem mais ampla e complexa, de modo que somente os conceitos contemplados no Guia PMBOK® são insuficientes. Além disso, estes conceitos possuem uma visão tradicional do setor que precisa ser superada. Segundo esta visão, os custos são uma consequência do projeto, em função das quantidades levantadas e dos preços unitários. Segundo uma visão alternativa, o *Target Costing*, o custo de um empreendimento deve ser visto como um dos parâmetros do desenvolvimento do projeto, agregando valor e reduzindo o retrabalho e desperdícios (Ballard, 2006).

No entanto, os conceitos relacionados ao controle dos custos e do acompanhamento destes ao longo da execução do empreendimento são bastante úteis e difundidos no mercado da construção civil, principalmente entre as EEC.

2.1.4.3 Determinar o orçamento

Neste processo, todas as estimativas de custos individuais das atividades individuais ou dos pacotes de trabalho (último nível de detalhamento de uma EAP) são agregadas, para que seja possível a definição de uma linha de base de custos para o projeto. Conforme citado anteriormente, uma característica dos processos contidos no Guia PMBOK® é o elevado grau de iteração entre os seus processos, sendo que o processo de determinar o orçamento é resultante de diversos outros processos, como por exemplo, a elaboração do cronograma do projeto, as análises de riscos, de recursos humanos, dentre outros.

Ao final de todas estas iterações, é obtido o orçamento do projeto, representado pela Figura 12, composto pelas estimativas de custos dos pacotes de trabalho, pela reserva de contingência (destinada a cobrir os riscos desconhecidos-conhecidos, oriundo da análise de riscos do projeto) e pela reserva gerencial (destinada a cobrir os riscos desconhecidos-desconhecidos, oriundo de análises estratégicas da alta

direção realizadas durante a tomada de decisão com relação à realização do projeto).

Figura 12 - Esquema ilustrando a formação da linha de base de custos e o orçamento do projeto

Fonte: Autor, adaptado do Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)

Segundo o Guia PMBOK®, o resultado da agregação dos custos oriundos das estimativas das atividades e pacotes de trabalho com a reserva de contingência do projeto forma a Linha de Base de Custos. Em outras palavras, esta é a ‘verba’ disponível e autorizada que o gerente do projeto possui para executar o projeto.

Ainda segundo o Guia PMBOK®, o orçamento do projeto é formado a partir da agregação de uma reserva gerencial à linha de base de custos. Geralmente esta reserva não é de conhecimento do gerente do projeto ou da equipe do projeto, e sua utilização somente pode ser autorizada pela alta direção.

2.1.4.4 Controlar os custos

Neste processo é realizado o monitoramento do andamento do projeto para atualização do seu orçamento e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base de custos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Em outras palavras, por meio deste processo é que os custos do projeto devem ser monitorados e controlados, de modo a ficarem dentro do orçamento aprovado do projeto (incluindo as mudanças na linha de base). A principal técnica que o Guia PMBOK® apresenta neste processo é a análise de valor agregado. A partir dela, é possível saber qual o status do projeto em um dado momento com relação a custos e prazo. De maneira

geral, a análise de valor agregado consiste no acompanhamento de três valores ao longo de todo o projeto. São eles:

- Valor Planejado (VP) - é o valor orçado para o trabalho previsto até um determinado momento. Em outras palavras, 'é o quanto deveria ter sido feito'.
- Valor Agregado (VA) - é o valor orçado do trabalho que de fato foi realizado. Em outras palavras, 'é o quanto foi de fato produzido'.
- Custo Real (CR) - é o custo real incorrido gasto para realização do trabalho que foi de fato realizado. Em outras palavras, 'é o quanto foi gasto'.

Um outro dado importante para a análise de valor agregado é o orçamento no término (ONT), que equivale ao valor global do orçamento do projeto. Os quadros a seguir apresentam os principais indicadores que podem ser calculados com base nos valores descritos acima (VP, VA e CR), separados em três partes: variações (Quadro 4), índices (Quadro 5) e estimativas (Quadro 6).

Quadro 4 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 1 - variações

Nome	Descrição	Fórmula	Resultados
Variação de Custos (VC)	Diferença entre o valor orçado e o custo real para o trabalho realizado até um determinado momento	$VC = VA - CR$	$VC > 0 \rightarrow$ Abaixo do orçado $VC = 0 \rightarrow$ Neutro $VC < 0 \rightarrow$ Acima do orçado
Variação de Prazo (VPR)	Diferença entre o valor orçado do trabalho previsto e o de fato realizado até um determinado momento	$VPR = VA - VP$	$VPR > 0 \rightarrow$ Adiantado $VPR = 0 \rightarrow$ No prazo $VPR < 0 \rightarrow$ Atrasado
Variação no Término (VNT)	Diferença entre o Orçamento no Término (ONT) e a Estimativa no Término (ENT). Este último seria o custo total esperado ao final do projeto	$VNT = ONT - ENT$	$VNT > 0 \rightarrow$ Estimativa menor que o previsto $VNT = 0 \rightarrow$ Conforme planejado $VNT < 0 \rightarrow$ Estimativa maior que o planejado

Fonte: Autor, adaptado do Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)

Quadro 5 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 2 - índices

Nome	Descrição	Fórmula	Resultados
Índice de desempenho de prazo (IDP)	Revela o atendimento ao cronograma previsto através da relação entre o valor agregado e o valor planejado	$IDP = VA / VP$	$IDP > 1 \rightarrow$ Adiantado $IDP = 1 \rightarrow$ No prazo $IDP < 1 \rightarrow$ Atrasado
Índice de desempenho de custos (IDC)	Revela o atendimento do orçamento previsto através da relação entre o valor agregado e o custo real	$IDC = VA / CR$	$IDC > 1 \rightarrow$ Mais baixo que o planejado $IDC = 1 \rightarrow$ Conforme planejado $IDC < 1 \rightarrow$ Acima que o planejado
Índice de desempenho para o término (IDPT)	Retrata o índice de desempenho de custos necessário com os recursos restante para obter-se uma meta específica (ENT ou ONT). É calculado através da razão entre o trabalho restante pelo orçamento restante	$IDPT = \frac{(ONT-VA)}{(ONT-CR)}$ ou $IDPT = \frac{(ONT-VA)}{(ENT-CR)}$	Para ambas as fórmulas: $IDPT > 1 \rightarrow$ Mais difícil de terminar $IDPT = 1 \rightarrow$ O mesmo para terminar $IDPT < 1 \rightarrow$ Mais fácil de terminar

Fonte: Autor, adaptado do Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)

Quadro 6 - Principais indicadores da análise de valor agregado - parte 1 - estimativas

Nome	Descrição	Fórmula
Estimativa no término (ENT)	É o valor total esperado para conclusão de todo o trabalho do projeto.	a) Se IDC estiver previsto como permanecendo igual até final do projeto: $ENT = ONT / IDC$ b) Se o trabalho futuro seguir conforme ritmo planejado: $ENT = CR + ONT - VA$ c) Se o plano inicial não é mais válido, é necessário reorçar o que falta executar ($EPT_{reorç}$): $ENT = CR + EPT_{reorç}$ d) Se tanto IDC e IDP afetam o trabalho restante: $ENT = CR + \frac{(ONT-VA)}{(IDC \times IDP)}$
Estimativa para o término (EPT)	É o valor que falta para finalizar o trabalho restante do projeto.	Se o trabalho está seguindo conforme planejado: $ENT = ENT - CR$ Se o plano inicial não for mais válido, é necessário reestimar ou reorçar o valor do trabalho restante ($EPT_{reorç}$): $EPT = EPT_{reorç}$

Fonte: Autor, adaptado do Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017)

A simples comparação entre VP, VA e CR pode revelar informações importantes sobre o projeto. Por exemplo, comparando-se o valor agregado com o custo real, é possível verificar se, até um determinado momento, os valores gastos estão dentro ou fora do orçamento previsto para o trabalho realizado. Os demais indicadores calculados permitem análises complementares da situação do projeto.

Para permitir uma melhor compreensão, a Tabela 1 apresenta um exemplo numérico da aplicação destes indicadores, com os cálculos das variações e dos índices. Trata-se de um suposto projeto com 10 meses de duração, com orçamento no término (ONT) previsto em 100.

Tabela 1 - Exemplo de aplicação da análise de valor agregado - variações e índices

Mês	VP	VA	CR	VC	VPR	IDC	IDP	IDPT (ONT)
0	0	0	0	0	0	-	-	1,00
1	3	2	4	-2	-1	0,50	0,67	1,02
2	8	5	10	-5	-3	0,50	0,63	1,06
3	18	10	20	-10	-8	0,50	0,56	1,13
4	30	20	35	-15	-10	0,57	0,67	1,23
5	50	40	55	-15	-10	0,73	0,80	1,33
6	65							
7	78							
8	89							
9	98							
10	100							

Fonte: Autor

Supondo que o mês a ser analisado é o quinto mês. A análise dos indicadores mostra que o projeto se encontra atrasado, uma vez que VA é menor que VP, e com o custo acima do orçado, uma vez que VA é menor que CR.

Ambos os indicadores de prazo e custo (IDP e IDC) são menores que 1, indicando um projeto atrasado e com custo acima do previsto. Além disso, o indicador para o término (IDPT) calculado para o valor orçado do projeto (ONT) possui valor superior a 1. Isto indica que será difícil cumprir o orçamento original do projeto (ONT).

Foram calculadas também as estimativas no término e para o término, e com isto, a variação no término e o índice de desempenho para o término, de acordo com os

índices obtidos (Tabela 2). Os cálculos de ENT seguiram fórmulas apresentadas no Quadro 6, de acordo com cada premissa (identificadas com as letras de 'a' a 'd').

Tabela 2 - Exemplo de aplicação da análise de valor agregado - estimativas

Premissa de cálculo	ENT	EPT	VNT	IDPT (ENT) Mês 5
a) IDC permanece igual até fim do projeto	137,50	82,50	37,50	0,73
b) Trabalho futuro conforme planejado	115,00	60,00	15,00	1,00
c) Plano inicial não é mais válido	105,00	Reorçamento (suposição): 50	5,00	1,20
d) IDC e IDP afetam o trabalho	158,13	103,13	58,13	0,58

Fonte: Autor

É bastante usual a representação gráfica da análise de valor agregado, para facilitar a leitura das informações. A Figura 13 a seguir. Os mesmos dados apresentados anteriormente foram utilizados para traçar as três curvas (valor planejado, valor agregado e custo real), de modo que a compreensão dos conceitos se torna mais intuitiva.

Figura 13 - Exemplo de informações possíveis de se extrair de um gráfico de análise de valor agregado

Fonte: Autor

A análise de valor agregado, como visto anteriormente, é uma importante ferramenta para verificar o status de um projeto em um dado momento. Isto porque consegue, com a análise de apenas três dados, gerar informações sobre o andamento do projeto com relação a custos e prazos. No entanto, deve-se evitar o comportamento de buscar aumentar o valor agregado a qualquer custo, como por exemplo, desobedecendo ao planejamento previsto no cronograma do projeto, antecipando serviços que têm maior valor, entre outras práticas. Tais práticas podem prejudicar o andamento das demais atividades do projeto, gerar interrupções de fluxos de trabalho, causar retrabalhos, entre outros impactos negativos ao projeto.

Um ponto de atenção para a aplicação da análise de valor agregado é que, para que ela seja viável, é necessário que tanto o cronograma quanto o orçamento sejam desenvolvidos segundo uma mesma EAP (WINCH, 2012). A utilização de uma única EAP para o projeto como um todo é uma premissa do Guia PMBOK®, mas especialmente no segmento da construção civil, com frequência os cronogramas e orçamentos de um projeto seguem com EAP distintas. Isto porque geralmente os cronogramas são estruturados levando em consideração a sequencia executiva da obra, e os orçamentos levando em consideração os pacotes de trabalho. Utilizar EAP distintas para orçamento e cronograma não inviabiliza a utilização da análise de valor agregado, mas vai requerer a utilização de artifícios (por exemplo, tabelas ‘de-para’ que traduzem um código de EAP para o outro) para permitir os cálculos.

Ainda com relação à EAP, cabe ainda uma observação importante sobre sua utilização. Em um estudo recente, foi verificado que a utilização tradicional do conceito de EAP pode comprometer uma visão holística do empreendimento, de modo que a equipe de projeto pode perder oportunidades de mudanças sistêmicas que poderiam agregar valor ao empreendimento. Por exemplo, considerando o subsistema de vedações verticais, as paredes e as portas são projetadas separadamente, são contratadas separadamente e os fornecedores são diferentes. Desta forma, dificilmente a equipe de projeto conseguirá entender que o sistema de vedações (neste caso representado simplificadaamente por parede e porta), se integrados, podem gerar mais valor para o cliente (Tsao, Tommelein, Swanlund, & Howell, 2004).

Um último ponto de atenção com relação à utilização da análise de valor agregado diz respeito a possíveis distorções geradas em função do que se considera custo real. Por exemplo, pode-se utilizar um sistema ERP para se obter o custo incorrido em um projeto até um determinado momento. Este custo incorrido pode ser a somatória de todas as notas fiscais emitidas até este momento. No entanto, a somatória de todas as notas fiscais emitidas pode não representar fielmente todo o custo realmente comprometido no projeto até aquele momento, por não considerar, por exemplo, serviços já realizados mas não faturados pelos subcontratados, ou então materiais já adquiridos mas ainda não aplicados na obra (como ocorre, por exemplo, quando se adquire perfis de alumínio para fabricação de esquadrias, ou quando se adquire chapas metálicas para fabricação de estruturas). Por estes motivos, é preciso ter cautela ao utilizar as fórmulas para cálculo das estimativas no término e para o término, e estas devem, sempre que possível, ser confrontadas com uma análise mais detalhada do que falta ser executado, através de um reorçamento ou de uma análise de tendências de custos dos serviços de uma obra.

2.2 CONCEITOS GERAIS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE OS AGENTES DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme abordado no início do presente capítulo, a gestão de custos de um empreendimento de construção realizado por uma EEC tem uma forte relação com a gestão dos contratos entre a EEC e seus fornecedores e clientes. Todos estes são agentes da cadeia produtiva do setor da construção civil.

Cadeia produtiva do setor da construção civil pode ser definida como sendo o conjunto de atividades que se inter-relacionam desde os insumos básicos até a conclusão do empreendimento de construção civil propriamente dito, seja este uma unidade habitacional, comercial, industrial, entre outras possibilidades (Cardoso, 2005). Os principais agentes que compõem a cadeia produtiva do setor da construção civil são:

- Contratantes (empreendedores);
- Empresas de projetos e engenharia consultiva (incluindo gerenciadoras);
- Construtoras;

- Empresas de execução de serviços de obra;
- Indústrias de materiais e componentes;
- Comércio atacadista e varejista;
- Indústria de subsistemas integrados;
- Indústria de Máquinas e equipamentos;
- Empresas de aluguel de máquinas e equipamentos;
- Empresas diversas com atuação pós-entrega;
- Organizações diversas de apoio;
- Agentes do mercado de trabalho.

As relações entre estes diversos agentes são apresentadas de maneira simplificada na Figura 14. Neste caso, as EEC podem ser classificadas como “Construtoras”, uma vez que são contratadas por clientes (empreendedores, investidores), mantêm relacionamento com empresas de execução de serviços de obras (subcontratados) e com empresas de consultoria e projetos (desenvolvimento e coordenação dos projetos *design*), e contratam os demais fornecedores de materiais, equipamentos, e demais insumos necessários para execução de seus empreendimentos.

Figura 14 - Esquema simplificado dos principais agentes da cadeia produtiva da construção civil

Fonte: Autor

De maneira geral, existem duas formas de se classificar os tipos de contrato mais usuais entre os agentes da cadeia produtiva da construção civil. A Figura 15 apresenta um modelo para caracterização e classificação de sistemas contratuais.

Figura 15 - Modelo genérico de sistemas contratuais

Fonte: (Grilo & Melhado, 2002)

A principal forma de separação e classificação de modalidades contratuais considerando a extensão das responsabilidades de cada parte, ou seja, os papéis exercidos por elas (arranjo funcional). Outra maneira de se classificar é de acordo com a forma de pagamento ou remuneração das partes (modalidade de pagamento). Serão apresentadas a seguir estas principais classificações das modalidades contratuais, de acordo com estes dois aspectos.

2.2.1 Modalidades contratuais considerando a extensão das responsabilidades

Uma primeira forma de se classificar os contratos é levando-se em consideração a extensão das responsabilidades atribuídas pelo contratante da obra (cliente, investidor, empreendedor) à contratada (EEC, construtoras, etc.) (BUCKER, 2010). Os termos contratante e contratada foram utilizados para poder expandir estes conceitos e poder aplica-los aos demais agentes da cadeia produtiva da construção civil. As principais modalidades contratuais considerando a extensão das responsabilidades (BUCKER, 2010) estão descritas a seguir:

- Sequencial (tradicional) - *Traditional Design-Bid-Build (DBB)*: Nesta modalidade o empreendedor (ou proprietário) realiza o gerenciamento total da realização do empreendimento, contratando os serviços de engenharia e desenvolvimento de projetos e, posteriormente, a construção.
- Gerenciamento da construção - *Pure* ou *Agency Construction Management (PCM)*: Nesta modalidade, o empreendedor contrata uma gerenciadora, que irá contratar os fornecedores em nome do proprietário, e os serviços de engenharia e desenvolvimento de projetos.
- Construção por administração com risco para a gerenciadora - *Construction Management at Risk (CMR)*: Similar ao anterior, com o diferencial de que é definido um preço máximo para execução do empreendimento, de modo que a gerenciadora passa a compartilhar riscos com o empreendedor.
- Projeto-construção - *Design-Build (D/B)*: Nesta modalidade, o empreendedor parte de uma definição inicial básica do empreendimento (anteprojeto), e contrata todas as demais etapas com uma só empresa, responsável pelos detalhes do projeto e pela sua execução.
- Engenharia / Suprimentos / Construção (EPC) ou “chave-na-mão” - *Engineering / Procurement / Construction* ou *Turnkey*: Apesar de ser bastante similar ao projeto-construção (D/B), nesta modalidade a empresa contratada é especialista em seu tipo de empreendimento e é responsável por entregá-lo em funcionamento. O desempenho deste empreendimento também é de sua responsabilidade, assim como o comissionamento e o início das operações do empreendimento (*start-up*).
- Projeto / Construção / Operação - *Design-Build-Operate (DBO)*: Nesta modalidade, além das responsabilidades contempladas pelo D/B e EPC, a contratada tem também a responsabilidade pela operação do empreendimento por um determinado período de tempo.
- Construção-Operação-Transferência da propriedade - *Build-Operate-Transfer (BOT)*: Similar ao DBO, com a diferença principal residindo no fato de a contratada aportar recursos próprios para execução do empreendimento, e posteriormente entregando-o ao proprietário, geralmente recebendo taxa de reversão.

2.2.2 Modalidades contratuais considerando a forma de pagamento

A forma de pagamento a ser adotado pela contratante para remunerar a contratada pelos serviços prestados é outro modo de classificar as diversas modalidades contratuais, conforme descrito a seguir. Além disso, a forma de pagamento pode ser um instrumento de distribuição de riscos entre as partes (BUCKER, 2010).

- Reembolso de Custo Acrescido de Taxa - *Cost Plus*: Também conhecido simplesmente por “Contrato por Administração”, o contratante efetua o pagamento de todos os custos legítimos referentes à execução da obra. Além disso, paga também uma taxa de remuneração (“taxa de administração”) para a contratada. Neste tipo de contrato, o valor máximo do contrato não é estabelecido, o que representa um risco para o contratante. Este tipo de contrato é utilizado geralmente quando não há uma definição clara do escopo a ser realizado (projeto em desenvolvimento).
- Custo-Meta - *Target Cost*: Neste tipo de contrato, o contratante pode estipular metas para o valor total ou parcial do contrato. A remuneração à contratada está atrelada a estas metas. Existe uma noção do valor total do contrato (metas), que caso excedido, pode ser dividido entre contratante e contratada. O mesmo vale caso o custo fique abaixo da meta (bonificações).
- Preço Global (empreitada) - *Lump Sum*: Conhecido simplesmente por “Contrato por Empreitada” (total ou parcial), nesta modalidade o contratante irá pagar um valor determinado e fixo pelo empreendimento. A gestão do valor total da obra é de total responsabilidade da contratada, e a contratante não tomará ciência deste valor. Neste contrato, todo o risco é da contratada, e caso o custo final da obra ultrapasse o orçamento, o prejuízo é da contratada. Entretanto, é a modalidade contratual que permite um maior retorno (pois qualquer economia ou engenharia de valor não é compartilhada com a contratante). Neste tipo de contrato, o controle do escopo é fundamental para a contratada. (alterações de projeto, mudanças, etc.).
- Preço Global com provisão para contingência - *Provisional Lump Sum*: Neste caso, é previsto em contrato um determinado valor de contingência para tratamento de casos específicos, minimizando desta forma conflitos entre as partes.

- **Preço Máximo Garantido / Assegurado - *Guaranteed Maximum Price*:** Nesta modalidade (geralmente conhecido por Contrato de Administração com Preço Máximo Garantido, ou simplesmente PMG), o cliente pagará os custos incorridos legitimamente no empreendimento, mais uma taxa de remuneração para a construtora, respeitando um limite orçamentário (comumente chamado também de PMG). Trata-se, portanto, de uma mescla entre as modalidades Empreitada e Administração. Caso o custo final do empreendimento fique superior ao PMG, o excedente deverá ser arcado pela contratada. Pode haver uma margem de contingência negociada em contrato, com o objetivo de mitigar os riscos para a contratada. Caso o valor final do empreendimento fique abaixo do PMG, a diferença entre as partes (bonificação) é dividida entre contratante e contratada, seguindo uma proporção definida em contrato. Com isto, o risco é distribuído entre ambas as partes.
- **Preço Unitário - *Unit Price* ou *Measure Work*:** Neste tipo de contrato, são definidos os preços unitários dos serviços a serem realizados pela contratada. Esta será remunerada pela contratante conforme a quantidade real de serviços executados. De certa forma, o risco está distribuído entre contratante e contratada. Isto porque, como pode haver variações nas quantidades de serviço realizadas, o valor total do contrato não está bem definido, o que pode representar um risco para a contratante. Entretanto, como o preço unitário a ser pago por serviço executado é fixo conforme negociado no contrato, independente do custo real gasto para executá-los, pode representar um risco para a contratada.
- **Formas mistas de pagamento - *Mix and Match*:** São classificados desta forma os contratos que utilizam mais de uma forma para a remuneração da contratada. Os contratos na construção civil, de maneira geral, utilizam simultaneamente algumas das modalidades descritas anteriormente. Por exemplo: Os custos indiretos referentes à obra (canteiro de obras / equipe / etc.) são tratados como uma empreitada ou preço global, e o custo direto é tratado como um PMG. Outro exemplo seria o caso das fundações de um empreendimento, que podem ser tratados especificamente como sendo um item a ser pago por preço unitário, enquanto o resto do contrato segue outra modalidade contratual.

Existem outras formas de se classificar as modalidades contratuais levando em consideração a forma de pagamento. No entanto os conceitos principais são os mesmos. A seguir estão relacionados as modalidades contratuais segundo o Guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

- Contratos de preço fixo: Contratos de preço fixo garantido (PFG); Contrato de preço fixo com remuneração de incentivo (PFRI); Contrato de preço fixo com ajuste econômico do preço (PF-AEP).
- Contratos de custos reembolsáveis: Contratos de custo mais remuneração fixa (CMRF); Contratos de custo mais remuneração de incentivo (CMRI); Contratos de custo mais remuneração concedida (CMRC).
- Contratos por tempo e material (T&M): Modalidade similar a por preço unitário.

O Quadro 7 apresenta um comparativo entre as classificações citadas acima, de modo a serem classificadas em quatro principais tipos de modalidade contratuais usualmente praticadas pelas EEC: EMPREITADA ou VALOR GLOBAL; ADMINISTRAÇÃO; ADMINISTRAÇÃO COM PREÇO MÁXIMO GARANTIDO (PMG); PREÇOS UNITÁRIOS.

Quadro 7 - Quadro resumo das principais modalidades contratuais

Simplificado	Bucker (2010)	PMI (2017)
EMPREITADA ou VALOR GLOBAL	<i>Lump Sum</i>	Contratos de preço fixo
	<i>Provisional Lump Sum</i>	
ADMINISTRAÇÃO	<i>Cost Plus</i>	Contratos de custos reembolsáveis
ADMINISTRAÇÃO COM PREÇO MÁXIMO GARANTIDO (PMG)	<i>Target Cost</i>	Contratos de preço fixo e Contratos de custos Reembolsáveis
	<i>Guaranteed Maximum Price</i>	
PREÇOS UNITÁRIOS	<i>Unit Price or Measure Work</i>	Contratos por Tempo e Material

Fonte: Autor

2.2.3 Análise da distribuição de riscos entre contratante e contratada

Em função das características de cada modalidade contratual apresentada anteriormente é possível identificar dentre as modalidades aquela que mais se

adequa à realidade de cada empreendimento, de modo a se obter uma melhor distribuição dos riscos entre as partes. Os principais riscos aos quais os contratos na construção civil estão submetidos são geralmente relacionados aos seguintes fatores (MURDOCH & HUGHES, 2002):

- Trabalhos físicos (condições do solo, condições climáticas, defeito em materiais, equipe inadequada, etc.);
- Atrasos (atrasos de ambas as partes, liberação de áreas, etc.);
- Direção e supervisão (parcialidade, falta de comunicação, ineficiência, etc.);
- Prejuízos e danos a pessoas e propriedades (acidentes, negligência, etc.);
- Fatores externos (obtenção de licenças, políticas governamentais, taxas e impostos, etc.);
- Pagamentos (pleitos, atrasos de pagamento, fluxo de caixa, etc);
- Legislação e arbitragens (disputas, multas, falta de registros, etc).

A Figura 16 apresenta as modalidades contratuais divididas em três grupos: baseadas em taxas (*fee-based*), contratos de incentivo (*incentive contract*) e preço fixo. Elas se distribuem em três visões: a responsabilidade do cliente (eixo vertical), a responsabilidade dos fornecedores (eixo horizontal) e o nível de incertezas do contrato ('terceiro eixo inclinado').

Figura 16 - Modalidades contratuais pelo nível de responsabilidades do cliente e do fornecedor

Fonte: (WINCH, 2012) - adaptado pelo autor

De um lado, os contratos baseados em taxas (Administração) são mais recomendados nos casos onde o nível de incerteza dos empreendimentos é elevado e, desta forma, a responsabilidade do cliente é maior que a dos fornecedores. No lado oposto, contratos de preço fixo (Empreitada) são mais recomendados nos casos onde o nível de incerteza dos empreendimentos é menor, e desta forma, a responsabilidade dos fornecedores é maior que a dos clientes. No meio termo, os contratos de incentivo (PMG) posicionam-se de forma central, na qual os riscos são divididos entre cliente e fornecedores, indicados para empreendimentos com grau de incerteza intermediários.

A Figura 17 apresenta, de uma forma mais detalhada, a alocação de riscos entre o contratante (empreendedor) e o contratado (construtor). Nesta são abordados as categorias de contrato tanto por forma de pagamento quanto por responsabilidade das partes.

Figura 17 - Alocação de Riscos em modalidades contratuais

Fonte: (Grilo & Melhado, 2002)

O Quadro 8 apresenta um resumo proposto pelo autor com relação à distribuição dos riscos entre as modalidades contratuais e os principais agentes do setor da construção civil. É apontada também a oportunidade de aumento de resultado para

uma EEC (um contraponto aos riscos os quais esta se expõe), e o nível de detalhamento dos projetos mais adequado para cada tipo de contratação.

Quadro 8 - Alocação de riscos nas principais modalidades contratuais

	Modalidade de Contrato			
	Administração	Preço Unitário	PMG	Empreitada
Risco para Empreendedor	Alto	Alto	Moderado	Baixo
Risco para Construtora, Projetista, etc.	Baixo	Moderado	Moderado	Alto
Risco para Fornecedores		Baixo		Alto
Oportunidade de aumento de resultado para EEC	Baixo	Baixo	Moderado	Alto
Grau de risco da EEC com relação ao resultado	Baixo	Moderado	Moderado	Alto
Nível de detalhamento dos projetos (mais adequado para cada modalidade)	Baixo	Baixo a Moderado	Moderado a Alto	Alto

Fonte: Autor

O conhecimento das modalidades, e principalmente, da alocação de riscos para as partes é fundamental para o profissional de planejamento e controle na gestão de custos de empreendimentos de construção civil. Conhecendo as características e os riscos do contrato firmado entre uma EEC e seu cliente, é possível mitigar seus riscos tomando ações preventivas como, por exemplo, um maior cuidado na gestão de escopo em um contrato por empreitada. Ou então transferir ou mitigar os riscos quando da contratação de seus fornecedores e prestadores de serviço, por exemplo, evitar contratar pacotes por preço unitário com seus fornecedores estando em um contrato por empreitada com seu cliente. Outra forma comum de se mitigar os riscos é a contratação de seguros durante a execução das obras, sendo os mais comuns as apólices de riscos de engenharia, de responsabilidade civil, seguros garantia e *performance bond*.

2.3 NOVOS CONCEITOS PARA A GESTÃO DE CUSTOS

Durante a revisão bibliográfica e também durante a realização do estudo de caso junto à EEC, foram identificados alguns conceitos que são importantes para gestão de custos de empreendimentos de construção civil. Sejam eles de aplicação direta ao controle de custos (como, por exemplo, conceitos de gerenciamento de riscos), ou então temas relevantes que devem ser discutidos tanto no meio acadêmico quanto no profissional, entre as empresas que atuam no setor, de modo a permitir uma evolução do setor da construção civil como um todo.

2.3.1 Gerenciamento de riscos em projetos

A importância do gerenciamento de riscos em diversos setores da economia, inclusive o da construção civil, está tornando-se cada vez mais difundido e aplicado entre as organizações. Prova disso é a inclusão do conceito de mentalidade de risco na nova versão da norma ABNT NBR ISO 9001:2015, segundo o qual as organizações devem planejar e implementar ações para abordar riscos e oportunidades em seus negócios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015).

Um risco é um evento futuro incerto, que pode afetar positivamente ou negativamente os objetivos de um projeto (empreendimento) (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). É importante ressaltar que os riscos podem ser negativos (ameaças), mas também podem ser positivos (oportunidades). Ou seja, o processo de gerenciamento de riscos tem por objetivo minimizar as ameaças e explorar as oportunidades.

O processo de gerenciamento de riscos, de maneira geral, é bem simples, sendo composto por quatro principais fases: Identificação dos riscos, análise dos riscos (qualitativa e quantitativa), elaboração de planos de respostas aos riscos (proativos e reativos) e por fim controlar os riscos. Em todas estas etapas, são gerados diversos dados a respeito dos riscos, que precisam devidamente registrados e atualizados. A Figura 18 ilustra o processo de gerenciamento de riscos.

Figura 18 - Processo de gerenciamento de riscos

Fonte: (WINCH, 2012) - traduzido pelo autor

Uma das mais importantes saídas do processo de gerenciamento de riscos são as lições aprendidas que podem ser extraídas dos registros de riscos, gerados ao longo da execução de um empreendimento. Ter o registro dos riscos identificados, os planos de ação que foram elaborados, identificar aqueles riscos que porventura vieram a ocorrer, os efeitos destes riscos, dentre outras informações, devem fazer parte de uma rotina de aprendizado constante, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Compreensão dos riscos ao longo do tempo

Fonte: (WINCH, 2012) - traduzido pelo autor

Dentre os processos que comumente compõem o gerenciamento de riscos, as análises qualitativa e quantitativa são fundamentais, pois a partir delas é que todas as demais ações ocorrem (planos de ação, etc.). A análise qualitativa corresponde a uma visão mais subjetiva dos riscos, com principal objetivo de priorizá-los por meio

da análise dos impactos e probabilidades esperados para um risco. Para tanto, comumente são utilizados matrizes de impacto e probabilidade predefinidas, de acordo com a possível influência dos riscos no empreendimento (em custos, em prazos, na qualidade, etc.). Após a análise qualitativa, pode ser realizada a análise quantitativa, cujo objetivo é avaliar o risco geral do projeto, agregando todos os riscos identificados, ou pelo menos aqueles com maior prioridade, ou seja, com maior potencial de impactar os objetivos do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017). Geralmente estas análises são realizadas utilizando-se *softwares* e modelos de risco específicos, e requerem um considerável volume de informações sobre os riscos e sobre os projetos, geralmente implicando em custos adicionais, por este motivo sendo recomendado somente para projetos mais complexos, ou de grande importância estratégica para a empresa.

Uma vez que os empreendimentos de construção civil têm como característica a grande quantidade de incertezas, e estarem sujeitos a diversos fatores ambientais que podem comprometer os seus objetivos, é fundamental para as EEC estabelecerem em seus sistemas de gestão processos de gerenciamento de riscos. A abordagem de riscos agrega valor não somente para a EEC, mas também para as empresas com as quais esta se relaciona, pois muitos planos de ação de tratativa dos riscos envolvem a participação destas partes.

2.3.2 Mudanças necessárias na mentalidade de gestão de custos em empreendimentos de construção civil

Ao longo da realização da pesquisa, alguns temas relevantes relacionados à gestão de custos de empreendimentos surgiram, sendo que muitos deles envolvem discussões mais profundas para a mudança da mentalidade sobre como trabalhar com custos no setor da construção civil. A visão tradicional de gerenciamento de projetos (mais especificamente com custos de projetos) é o monitoramento do desempenho do projeto, comparando com as linhas de base, de modo a identificar e tratar possíveis desvios. Segundo esta visão, um empreendimento é visto simplesmente como uma combinação de atividades, com foco na transformação de insumos e produtos.

Uma visão alternativa sobre o gerenciamento de empreendimentos de construção civil baseia-se nos conceitos e princípios de *Lean Construction*, no qual são aplicados conceitos de produção enxuta na construção (Koskela, 1992). Um deles, por exemplo, é considerar um empreendimento de forma mais holística, com as ações focadas para gerar valor para o cliente final (Schramm, 2009). O Quadro 9 apresenta de forma resumida uma comparação dos conceitos tradicionais com os de *Lean Construction*, aplicados ao gerenciamento de empreendimentos de maneira geral, não somente relacionado à gestão de custos.

Quadro 9 - Comparação entre conceitos tradicionais e de produção enxuta

Gestão de empreendimentos utilizando conceitos tradicionais	Gestão de empreendimentos utilizando conceitos da produção enxuta
Foco nas transações e contratos	Foca o sistema de produção
Metas em termos da transformação	Metas em termos de transformação, fluxo e valor
Decisões tomadas de forma isolada	Decisões à montante consideram sua influência a jusante (visão holística)
Projeto do processo após projeto do produto	Produto e processo projetados em conjunto
Atividades realizadas o mais cedo possível ('as soon as possible')	Atividades desenvolvidas o mais tarde possível (as late as possible)
Organizações separadas ligadas pelo mercado	Busca sistemática da redução do <i>lead time</i> de fornecedores
Estoques utilizados para otimização local	Estoques utilizados para absorver variabilidade e incertezas do sistema

Fonte: (Schramm, 2009) - Adaptado pelo autor

Tradicionalmente, busca-se sempre o menor custo para o empreendimento, o que pode levar a uma qualidade ruim empreendimento como um todo (estética, conforto para os usuários, etc.). Segundo um estudo realizado no Reino Unido, é necessário uma mudança no setor da construção civil, na qual toda a sua cadeia produtiva deve voltar-se às necessidades do cliente final (ou seja, os usuários das edificações), buscando atendê-las plenamente (Construction Excellence, 2009). Desta forma, os custos operacionais do empreendimento (ou seja, após a obra concluída, com a edificação em funcionamento) devem prevalecer aos custos de implantação.

A Figura 20 ilustra uma situação hipotética, na qual uma economia nos custos durante a fase de construção do empreendimento pode representar um acréscimo nos custos operacionais do empreendimento no futuro. Por exemplo, utilizar um determinado tipo de material na fachada para reduzir custos da obra, que tem um

desempenho térmico inferior e que vai gerar custos adicionais com energia para o sistema de climatização. Ou seja, a configuração tradicional do setor busca sempre a redução de custos na fase de implantação, sem uma análise completa sobre os impactos destas alterações na operação do empreendimento. Muitas vezes, as análises de viabilidade realizadas por empreendedores seguem o mesmo raciocínio: reduzir os custos de implantação para maximizar os retornos. Segundo esta nova visão, deve-se sempre observar o valor global do empreendimento, durante a implantação e a operação.

Figura 20 - Mudança de visão necessária para o setor da construção civil: uma redução de custo durante a obra não pode representar um aumento de custo durante a operação do edifício

Fonte: Autor

Para realizar estudos de custos considerando o empreendimento e seu ciclo de vida como um todo, é fundamental que haja *feedback* dos usuários das edificações (sejam eles os usuários finais, os gestores de edificações, etc.), para que os projetistas e EEC possam levar em consideração estas informações no desenvolvimento e construção de novos empreendimentos. A Figura 23 apresenta uma proposta de fluxo de informações entre a gestão de facilidades (que de certa forma tem as informações referentes ao uso da edificação), e a gestão dos projetos de construção (no caso, projetistas e construtoras).

Figura 21 - Fluxo de informações entre a gestão de *facilities* e de projetos

Fonte: (WINCH, 2012) - traduzido pelo autor

Estes conceitos são importantes e devem ser discutidos amplamente por todos envolvidos no setor da construção. Isto porque, para que os empreendimentos possam cada vez mais agregar valor aos seus clientes, e com isto trazer valor para todos os elos da cadeia produtiva da construção civil, é necessária uma mudança global no comportamento e no relacionamento de todas as partes, com uma visão que incorpore seus diferentes interesses e necessidades, algumas vezes conflitantes, que demandam negociações visando ao ótimo global.

3 ESTUDO DE CASO

O principal objetivo do estudo de caso foi buscar identificar as necessidades e dificuldades de uma EEC na gestão de custos durante a fase de execução de empreendimentos da construção civil. As informações e contribuições obtidas pelo estudo de caso resultaram nos modelos propostos pelo o autor para atender suas demandas e necessidades.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Trata-se de uma empresa de engenharia e construção (EEC) que atua no mercado há quarenta e cinco anos, com importantes empreendimentos espalhados pelo País, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro. De maneira geral, a empresa busca clientes privados interessados em construir empreendimentos para operação própria (hotéis, hospitais, *shopping center*) ou para operações imobiliárias de venda ou locação (edificações comerciais, galpões logísticos), abrangendo uma grande variedade de empreendimentos. O foco da EEC estudada são empreendimentos complexos, nos quais é possível trabalhar junto aos clientes o desenvolvimento dos projetos e de engenharias de valor, buscando sempre a melhor solução, aquela que agregue mais valor ao cliente e à sua operação. Obras menos complexas ou de menor porte não são foco da EEC, pois nestes casos geralmente não há possibilidade de intervenção nos projetos buscando melhores soluções tecnológicas, que agreguem valor para a edificação, e além disso, a competição com empresas menores torna os empreendimentos menos atrativos para a EEC.

3.2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE CRÍTICA DE EMPREENDIMENTOS

A primeira etapa do estudo de caso envolveu uma revisão e análise crítica de empreendimentos nos quais o autor participou ao longo dos últimos anos, buscando sempre identificar pontos de atenção com relação à gestão de custos. Os empreendimentos mais relevantes serão sucintamente descritos a seguir.

3.2.1 Gerenciamento de obras de ampliação de um hospital

A primeira experiência no mercado da construção vivenciado pelo autor foi em um empreendimento hospitalar. Tratava-se da ampliação de um hospital na região central da cidade de São Paulo - SP, envolvendo a construção de um novo prédio hospitalar dentro do mesmo terreno ocupado pelo hospital original. Ocorreu entre janeiro de 2007 e dezembro de 2008. A empresa havia sido contratada pelo hospital para atuar como gerenciadora do empreendimento. Fazia parte do escopo contratado:

- Desenvolvimento do *masterplan* de ampliação do hospital;
- Preparação do processo de licitação para contratação da construtora;
- Contratação da construtora para execução da obra;
- Fiscalização da obra e das atividades e processos da construtora.

Esta experiência trouxe uma primeira reflexão sobre a diferença entre uma “empresa gerenciadora” e uma “construtora gerenciadora”, conforme abordado anteriormente neste documento. Uma empresa gerenciadora exerce o papel de fiscalização e acompanhamento da obra, e com certa frequência é responsável também pelo desenvolvimento dos projetos. Geralmente é contratada por um cliente que não tem competência técnica para realizar o acompanhamento da obra. Já a “construtora gerenciadora” (ou EEC) é aquela que, pelo fato de não possuir mão de obra própria, contrata fornecedores de serviços especializados de execução, de modo que sua atuação possa ser entendida como uma “gestora de contratos”, conceito conhecido também como *contractor*. Este conceito foi ilustrado na Figura 9.

Conforme abordado anteriormente, este trabalho não aborda as empresas construtoras que possuem mão de obra própria. Como principal diferença entre empresas construtoras com mão de obra própria e as EEC destaca-se o fato destas possuírem em seu corpo técnico uma área de engenharia que pode atuar na concepção e desenvolvimento dos projetos dos empreendimentos. As empresas construtoras com mão de obra própria, não possuem este corpo técnico, ou ele é mais limitado, tem por principal objetivo a execução das obras conforme projetos desenvolvidos pelos seus clientes.

Nesta primeira experiência vivenciada pelo autor, os principais problemas e pontos de atenção identificados, relacionados com o tema do trabalho, estão expostos a seguir:

- Dificuldades em custos - a obra teve problemas em diversos subsistemas, cujos valores estavam superiores às suas verbas originais. Por ser um contrato por Preço Máximo Garantido, a construtora arcou com os custos que extrapolaram o orçamento aprovado junto ao cliente.
- Eram comuns erros nas planilhas de medição e controle dos contratos dos fornecedores de serviços, gerando retrabalhos constantes da equipe de controle de custos da construtora, além de trazer incertezas com relação às estimativas de custos apresentados por eles.
- Dificuldades em prazo - a obra também apresentou atrasos com relação à linha de base do cronograma. Tal fato levou o cliente a penalizar a construtora, agravando a situação financeira da empresa.

3.2.2 *Fitting-out* de edifício corporativo

Neste contrato a empresa foi contratada como construtora para executar os acabamentos internos de 25 andares tipo de uma torre comercial. Este tipo de serviço é geralmente chamado de *fiting-out*, ou seja, adaptar a edificação para a utilização de seu cliente final, o que é bastante comum em edifícios comerciais. Ocorreu ao longo do ano de 2009, na cidade de São Paulo - SP.

Este contrato foi caracterizado por um alto número de alterações de escopo, em virtude de alterações do projeto de arquitetura. Dos 25 'pavimentos-tipo' originalmente contratados, menos de dois terços foram de fato 'pavimentos-tipo', ou seja, apresentavam as mesmas características e projetos, garantindo uma repetitividade dos serviços. Os demais possuíam características específicas (como salas de reunião, alterações no layout do escritório, entre outros).

Em função de todas estas alterações, e por se tratar de um contrato por Empreitada, o processo de gestão do escopo e de mudanças foi de extrema importância para garantir o resultado e a margem contratada para a empresa.

3.2.3 Conclusão das obras de ampliação de *shopping center*

Neste projeto a empresa foi contratada para concluir as obras de ampliação e modernização de um *shopping center* na cidade de São Paulo - SP. Ocorreu de agosto de 2010 até maio de 2011. A construtora que estava inicialmente executando os serviços foi substituída em função do elevado grau de desgaste no seu relacionamento com o cliente. Tal fato foi ocasionado, dentre outros motivos, por dois acidentes graves ocorridos no decorrer das obras. Além da questão intrínseca da segurança do trabalho - a preservação da vida e de boas condições de trabalho - os impactos dos acidentes foram críticos e culminaram na saída da construtora anterior.

O contrato ocorreu pelo regime de Administração. Como visto, este tipo de contratação é comum quando não é possível definir claramente o escopo no momento de contratação da construtora. Por se tratar da conclusão de um serviço iniciado por outra construtora, o escopo deste projeto não estava definido no início dos serviços, justificando a utilização desta modalidade contratual.

Outro ponto relevante foi a importância da gestão de escopo deste contrato. Como o objeto da contratação não estava claramente definido no início, o contrato foi dividido em duas fases: a primeira, com duração prevista de uma semana, para levantamento e definição do escopo de serviços a ser realizado para conclusão do *shopping*; a segunda contemplava a execução dos serviços levantados na primeira fase, de modo a atender às datas de inauguração dos novos setores, atendendo a demanda do cliente.

A gestão do escopo mostrou-se importante de modo a garantir que o escopo inicialmente levantado na primeira fase fosse plenamente executado na segunda fase. Além disso, garantiu que alterações nos projetos e especificações, além de serviços adicionais solicitados pelo cliente, tivessem seus impactos verificados e validados junto ao cliente, principalmente com relação a custo e prazo, minimizando os riscos para a empresa estudada.

3.2.4 Galpão logístico

O objeto deste contrato foi a construção de um galpão logístico, na cidade de São Paulo - SP. A sua execução ocorreu entre maio de 2011 a dezembro de 2012, sob a modalidade empreitada global.

Neste contrato, o principal ponto de atenção referiu-se à qualidade do produto. Problemas ocorridos no subsistema piso de concreto geraram custos adicionais em função de retrabalhos e reparos no piso. Com estes problemas, o resultado econômico e financeiro obtido pela EEC foi menor que o valor esperado.

3.2.5 Shopping center na cidade de Manaus - AM

Este empreendimento foi uma experiência recente e bastante interessante. Ocorreu entre fevereiro de 2013 e maio de 2015. Havia um desafio de prazo e de logística a ser enfrentado pela equipe de obra, uma vez que a cidade de Manaus - AM possui condições bastante peculiares para as atividades de construção. Materiais e equipamentos somente chegam à cidade por vias fluviais (pelo menos em parte da viagem) ou por via aérea e, com isto, os prazos de entrega e os valores de frete são altos. A modalidade contratual foi Preço Máximo Garantido (PMG).

Além disto, questões culturais e a qualidade da mão de obra local eram totalmente diferentes do ambiente na qual a empresa estava acostumada a trabalhar (eixo “São Paulo - Rio de Janeiro”, principalmente). No início do projeto, muitos acreditavam que o empreendimento não seria entregue dentro do prazo, inclusive cliente e gerenciadora. No entanto, o empreendimento foi entregue dentro do prazo estipulado (o *shopping* foi inaugurado em novembro de 2014), e também dentro do orçamento previsto. Tal sucesso foi possível em virtude dos pontos a seguir:

- Importância do cronograma de aquisições e seu acompanhamento semanal. Tal fato foi de extrema importância, visto os longos prazos de entrega de materiais e equipamentos e o prazo de mobilização de fornecedores.

- O empreendimento foi contratado junto à empresa estudada em paralelo ao desenvolvimento dos projetos executivos. O gerenciamento destes projetos também era uma responsabilidade da empresa, que a partir do projeto arquitetônico desenvolveu os projetos das demais disciplinas.
- Com o fato de os projetos serem desenvolvidos em paralelo à execução da obra, novamente o controle do escopo e das mudanças foi fundamental para mapear e garantir que todos os serviços adicionais solicitados fossem aprovados e incluídos no contrato. Foram emitidas 124 solicitações de alteração, das quais 66 foram aprovadas e incorporadas ao contrato.
- Utilização do BIM (Building Information Modeling - Modelagem da informação da construção) ao longo da execução do empreendimento. Isto permitiu: a detecção de interferências entre os sistemas prediais e destes com outros subsistemas da edificação (estrutura, forro, entre outros); e a extração de quantitativos utilizados para orçar e elaborar os processos de alterações de escopo. A utilização do BIM certamente representa uma inovação no mercado da construção brasileiro.

Este projeto utilizou como ferramenta de gestão de custos a análise de valor agregado ao longo de sua execução (Figura 22). Conforme abordado anteriormente, é possível identificar visualmente no gráfico como o projeto se comportou ao longo dos meses. A obra esteve adiantada com relação à linha de base do cronograma do início da obra até meados de abril de 2014. Isto porque a linha que representa o valor agregado está acima da linha de valor planejado.

Ainda nos meses iniciais da obra, em função de sua característica pré-fabricada (estrutura pré-moldada, painéis termoacústicos de fachada e cobertura em estrutura metálica), diversos materiais foram adquiridos nos meses iniciais da obra, e o valor incorrido (calculado pela emissão das notas pelo sistema ERP adotado pela EEC) ficou acima do valor planejado. Em primeira análise, poderia-se supor que a obra estava com problemas de custos, mas na verdade, isto não ocorreu. Trata-se de uma distorção gerada pela diferença entre o que foi planejado e o que foi de fato faturado pelos subcontratados, sendo esta uma das possíveis distorções da análise de valor agregado, conforme abordado anteriormente neste trabalho.

O projeto foi concluído dentro do prazo (perceba que tanto valor planejado quanto valor agregado atingiram o patamar de 100% por volta de outubro de 2014, sendo que a inauguração do shopping ocorreu em novembro de 2014). Neste ponto é possível verificar outra distorção relacionada a custos, apesar da obra concluída ($VA = VP = 100\%$), os custos da obra continuaram a incorrer após a inauguração do shopping, em função principalmente de retrabalhos (*checklist*) e em função de aditivos aprovados junto ao cliente. Neste ponto em diante, a estimativa no término calculada mensalmente era exatamente igual ao custo real incorrido (visto que, pelos indicadores VA e VP, a obra estava concluída).

Figura 22 - Aplicação da análise do valor agregado nas obras de implantação de um novo *shopping center*

Fonte: Dados obtidos junto à empresa estudada.

3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS CASOS APRESENTADOS

O Quadro 10 apresenta um resumo dos principais pontos de atenção e as lições aprendidas para os empreendimentos descritos anteriormente.

Quadro 10 - Quadro resumo dos pontos de atenção e lições aprendidas

Obras	Pontos de atenção	Lições aprendidas
Gerenciamento de obra de ampliação de um hospital	<ul style="list-style-type: none"> - Custos acima do orçado - Erros nas medições de fornecedores - Atraso na obra 	<ul style="list-style-type: none"> - Melhorias na gestão de custos - Melhorias na gestão de contratos com fornecedores - Melhorias na gestão de prazo
<i>Fitting-out</i> de edifício corporativo	<ul style="list-style-type: none"> - Alto número de alterações de projeto - Alto número de alterações de escopo 	<ul style="list-style-type: none"> - Importância da atividade de coordenação de projetos (<i>design</i>) no controle de mudanças - Importância do controle do escopo contratado junto ao cliente
Conclusão de obras de ampliação de <i>shopping center</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Acidentes de trabalho causaram a substituição da construtora anterior - Início da obra sem um escopo definido - Alterações solicitadas pelo cliente 	<ul style="list-style-type: none"> - Importância da segurança do trabalho na construção e seu impacto no desempenho do contrato como um todo - Importância do controle do escopo contratado junto ao cliente - Importância da avaliação dos impactos das mudanças na obra
Galpão logístico	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de qualidade geraram retrabalhos, impactando os custos do empreendimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Importância do controle da qualidade
Obras de novo <i>shopping center</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Alto número de alterações de projeto - Alto número de alterações de escopo - Alto número de adequações técnicas solicitados por futuros lojistas - Necessidade de ferramentas para detecção de interferências nos projetos de sistemas prediais com os demais projetos e levantamento de quantitativos 	<ul style="list-style-type: none"> - Importância da atividade de coordenação de projetos (<i>design</i>) no controle de mudanças - Importância do controle do escopo do contrato junto ao cliente - Importância da gestão de escopo e alterações de projetos, e questionamento sobre um projeto de sistemas prediais com maior "flexibilidade" - Utilização de aplicativos e ferramentas BIM para estes fins

Fonte: Autor

3.3.1 Causas associadas a desvios de custos

Foram realizadas discussões junto à equipe do PMO (*Project Management Office* - Escritório de Gerenciamento de Projetos - área responsável pelos processos corporativos e por difundir os conhecimentos de gerenciamento de projetos na empresa) nas quais foi resgatado e rediscutido um trabalho elaborado no primeiro

semestre de 2015, cujo principal resultado está apresentado na Figura 23, com a identificação dos cinco principais fatores de desvio de custos para a empresa estudada.

Figura 23 - Principais origens dos desvios de custos em empreendimentos da empresa EEC estudada

Fonte: Autor, baseado no material obtido junto à empresa estudada.

Os fatores identificados têm como possíveis soluções a aplicação de conceitos levantados na revisão bibliográfica do presente trabalho. Elaboração das propostas técnicas e Compatibilização e desenvolvimento dos projetos têm como solução os conceitos apresentados no item 2.3.2, referentes à mudança de visão necessária no setor da construção, com a busca constante de agregar valor ao cliente, sempre observando empreendimento em todo seu ciclo de vida (e não somente durante sua construção). A adoção de conceitos relacionados a *Target Costing* (Ballard, 2006) e também de novas tecnologias como o BIM podem contribuir para mudanças positivas significativas. Para os fatores Gestão da contratação de fornecedores e Interpretação do contrato com cliente, a aplicação dos conceitos apresentados no

item 2.2 é importante para uma melhor distribuição de riscos entre as partes, inclusive a partir de modalidades contratuais mistas e de incentivo. Por fim, com relação ao Planejamento e controle da produção, a adoção de conceitos relacionados à *Lean Construction* pode contribuir na redução de desperdícios e tarefas que não agregam valor, bem como garantir a realização das atividades no prazo e dentro do orçamento. Além disso, o desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas utilizadas pelos planejadores para desenvolver suas previsões e estimativas para o término de seus projetos é de fundamental importância, permitindo que decisões estratégicas da empresa sejam tomadas tendo por base informações e cenários mais claros e confiáveis. A elaboração de uma ferramenta mais simples para realizar a análise qualitativa de riscos nos empreendimentos também foi apontada como uma necessidade importante, seja para as fases de elaboração de propostas técnicas, seja para revisão e atualização do controle de riscos durante o projeto.

3.3.2 O conceito de pulmão de controle de custos

Um conceito interessante adotado pela EEC para a gestão de custos de seus empreendimentos é o pulmão de controle de custos (ou simplesmente pulmão de custos). Este conceito é uma analogia ao conceito dos *buffers* - ou pulmões - aplicados na gestão de tempo dos projetos (cronogramas), oriundos da metodologia da Corrente Crítica de Goldratt (Leach, 2004).

Originalmente, os pulmões na corrente crítica podem ser entendidos como sendo a soma de todas as durações adicionais adicionadas individualmente às tarefas pelos planejadores, durante a elaboração de um cronograma. Estas durações adicionais geralmente são justificadas para se obter maior segurança de que as atividades não ultrapassem o prazo estipulado, adotadas individualmente nas tarefas, formando em um único pulmão. A Figura 24 ilustra um exemplo desta situação, sendo que foi utilizado o termo 'folga' para estas durações adicionais citadas anteriormente (não está relacionado ao conceito tradicional de folga oriundo do método de caminho crítico - CPM).

Figura 24 - Exemplo tradicional de tarefas com suas folgas individuais.

Fonte: Autor

Para aplicação da corrente crítica, é necessário que todas estas 'folgas' comumente adicionadas às durações reais previstas para as tarefas sejam eliminadas, de modo que as atividades tenham uma duração que corresponda à menor duração possível de ser realizada (Leach, 2004). Ao fazer isto, certamente o cronograma aponta que o prazo final das tarefas poderia ser antecipado. A quantidade de dias que cronograma foi antecipado é utilizada para criar uma tarefa virtual denominada pulmão (*buffer*), de modo que o término das tarefas mais o pulmão voltem a ser o mesmo de antes. A Figura 25 ilustra este processo.

Figura 25 - União das folgas em um único pulmão de controle de tempo

Fonte: Autor

Segundo a teoria da corrente crítica ter todas as 'folgas' centralizadas em um único pulmão permite uma gestão mais simples da previsão de conclusão das atividades. Isto porque, a qualquer momento, basta comparar o avanço físico do cronograma com o quanto foi consumido do pulmão.

De maneira análoga, da mesma forma que é melhor gerenciar o prazo de um projeto através de um único pulmão de prazo, o mesmo ocorre para o gerenciamento de custos. Desta forma, quando da execução do processo de determinar o orçamento, é interessante buscar eliminar as 'folgas individuais' das atividades e pacotes de trabalho do projeto, criando um único pulmão de controle de custos.

A Figura 26 representa como ficaria a estrutura do orçamento do projeto aplicando o conceito do pulmão de controle de custos. É importante notar que o pulmão de custos não deve ser somado ou substituir as reservas de contingência (gerada pela análise de riscos) ou gerenciais (adotadas pela alta direção para riscos desconhecidos).

Figura 26 - Sugestão de estruturação macro para controle de custos de empreendimentos

Fonte: Autor

O conceito do pulmão não deve ser aplicado durante a fase de orçamentação do projeto (antes da contratação), isto porque, neste momento, qualquer custo adicional ao projeto pode comprometer a decisão de contratação por parte do cliente. Neste momento, todas as reservas inseridas no orçamento devem ter como origem a análise de riscos, formando a reserva de contingência. O pulmão de custos é melhor

aplicado durante a execução da obra, devendo ser formado a partir das economias de contratação e reduções de custos oriundas de engenharia de valor. Isto evita algumas situações, como por exemplo, um projeto que teve economia de contratação na fundação sinalize, neste primeiro mês, que o resultado do projeto será maior que o orçado (o que pode não ocorrer futuramente). Esta economia na fundação deve entrar para o pulmão de custos, para se necessário ser utilizada futuramente. O pulmão também não deve ser confundido com as reservas de contingência, que servem para mitigar os riscos levantados para o projeto em questão. Caso surjam riscos não previstos, estes podem utilizar o pulmão de custos (se houver) ao invés da reserva gerencial do projeto.

3.3.3 O cubo da gestão

Um último tema abordado no estudo de caso foi o sistema de gestão adotado pela empresa estudada. Ela utiliza, desde 2006, os conceitos e melhores práticas de gerenciamento de projetos contidos no Guia PMBOK®, e recentemente, integrou estes conceitos ao seu sistema de gestão da qualidade, certificado nas normas ISO 9001 (qualidade), ISO 14001 (meio ambiente) e OHSAS 18001 (saúde e segurança do trabalho). Durante este processo de integração, a empresa adotou o conceito de ‘Cubo da Gestão’ (Polito, 2013), segundo o qual um sistema de gestão integrado para uma empresa de construção deveria integrar três grandes áreas de conhecimento:

- O Gerenciamento do Projeto: referindo-se a todos os conceitos presentes no Guia PMBOK® e no *Construction Extension*;
- O Gerenciamento do Produto: referindo-se aos processos e atividades necessárias para o desenvolvimento e coordenação dos projetos (*design*).
- O Gerenciamento da Produção: referindo-se aos processos e atividades necessárias para a execução da obra propriamente dita, bem como seu controle. Esta área engloba conceitos importantes, como questões de logística, planejamento e controle da produção, plano de ataque da obra, conceitos do *Lean Construction*, entre outros.

A Figura 27 representa o 'Cubo da Gestão', com a integração das três grandes áreas apresentadas.

Figura 27 - Modelo gerencial denominado Cubo da Gestão

Fonte: (Polito, 2013) - Adaptado pelo autor

A utilização deste modelo para reformular o sistema de gestão integrado da empresa ocorreu com sucesso. Como toda mudança, houve uma dedicação inicial para explicar o novo conceito para todas as áreas envolvidas, mas o novo sistema foi bem aceito pela organização, sendo aprovado pelos processos de auditoria interna e externa.

4 RESULTADOS

A partir das demandas identificadas durante o estudo de caso, foram desenvolvidas três ferramentas (ou modelos) para serem aplicadas e integradas aos processos das áreas envolvidas. De maneira geral, os modelos foram elaborados em planilhas eletrônicas (Microsoft® Excel®) de modo a permitir sua integração nos processos e ferramentas utilizados pela obra. A geração de cenários é feita utilizando-se a função 'Tabela de Dados', na qual um mesmo cálculo é replicado 'n' vezes, variando-se um ou mais parâmetros. Os conceitos abordados nas disciplinas de *Real Estate* foram essenciais para permitir a elaboração destes modelos.

4.1 MODELO 1 - ANÁLISE DE MODALIDADES CONTRATUAIS

Um primeiro modelo elaborado tem por objetivo comparar o comportamento de diversos tipos de contrato (considerando a forma de pagamento) em função da variação do custo de um suposto empreendimento. Este modelo é importante para, quando há possibilidade, buscar selecionar uma melhor modalidade contratual a ser utilizada em um empreendimento (nem sempre existe esta abertura por parte do cliente), ou então para tomar a melhor decisão comercial com relação ao fechamento da proposta comercial. Neste modelo, o termo CONTRATADA refere-se à construtora (EEC).

O modelo apresenta o comportamento das três principais modalidades contratuais: Administração, PMG e Empreitada. No caso desta última modalidade, foram analisadas duas possibilidades: Empreitada com faturamento direto e sem faturamento direto. O faturamento direto é o nome dado quando um fornecedor contratado pela EEC fatura diretamente contra o cliente, evitando desta forma a bitributação. O faturamento direto contribui para a redução dos custos do empreendimento, mas representa um fator de risco para o cliente (como, por exemplo, ter seu nome protestado em cartórios por problemas na gestão das notas fiscais e envio para pagamento por parte da EEC). Geralmente este tipo de operação é definida e formalizada contratualmente.

Para ilustrar a aplicação deste modelo, a Tabela 3 foi elaborada, na qual é apresentado um exemplo hipotético com custo total (valor a ser pago pela EEC para realizar o empreendimento) previsto para a obra no valor 100. A partir deste valor de custo foram definidos os valores de venda (valor que o cliente pagará pelo empreendimento), para cada uma das modalidades. Neste modelo, o resultado do empreendimento equivale à taxa menos os impostos, para administração e PMG, ou então à venda para o cliente menos o custo e o imposto, para empreitada (com e sem faturamento direto).

Tabela 3 - Cálculo dos valores de venda para cliente, em função do custo, para as principais modalidades contratuais

CENÁRIO REFERENCIAL	
Exemplo ADMINISTRAÇÃO	
Venda para CLIENTE	110,00
Taxa de administração (10%)	10,00
Custo para CONTRATADA	100,00
Impostos <i>(sobre taxa de administração)</i>	0,87
Resultado empreendimento	9,14
Margem para CONTRATADA	8,30%
Exemplo PMG <i>(Bonificação: 50% / 50% Contingência: 5%)</i>	
Venda para CLIENTE	110,00
Taxa de administração (10%)	10,00
Custo para CONTRATADA	100,00
Impostos <i>(sobre taxa de administração)</i>	0,87
Resultado empreendimento	9,14
Margem para CONTRATADA	8,30%
Exemplo EMPREITADA <i>(sem faturamento direto)</i>	
Venda para CLIENTE	120,00
Custo para CONTRATADA	100,00
Impostos <i>(sobre o total da venda para o cliente)</i>	10,38
Resultado empreendimento	9,62
Margem para CONTRATADA	8,02%
Exemplo EMPREITADA <i>(com faturamento direto de 50% da venda)</i>	
Venda para CLIENTE	114,58
Custo para CONTRATADA	100,00
Impostos <i>(sobre o total da venda menos o fat. dir.)</i>	4,96
Resultado empreendimento	9,62
Margem para CONTRATADA	8,40%

Fonte: Autor

Para a modalidade PMG foi considerada uma bonificação (caso o custo final fique abaixo do teto estipulado) de 50% do valor da diferença para cada parte. Também foi considerada uma contingência de 5%, ou seja, caso o custo final ultrapasse o valor do teto estipulado, o cliente arcará com os valores adicionais até o limite de 5% (sem gerar taxa de administração). O restante será de responsabilidade da contratada. Para a modalidade de empreitada, foram considerados dois cenários, um sem faturamento direto de materiais, e o outro com 50% de faturamento direto de materiais.

Com estes parâmetros, custo total do empreendimento foi alterado para que fosse possível verificar os impactos nos resultados e margens esperados. A Tabela 4 apresenta os resultados para variações de +10% e de -10% nos custos.

Tabela 4 - Cenários com variações no custo real (+10% e -10%)

	CENÁRIO 1 CUSTO REAL 10% maior	CENÁRIO 2 CUSTO 10% menor
Exemplo ADMINISTRAÇÃO		
Venda para CLIENTE	121,00	99,00
Taxa de administração (10%)	11,00	9,00
Custo para CONTRATADA	110,00	90,00
Impostos (sobre taxa de administração)	0,95	0,78
Resultado empreendimento	10,05	8,22
Margem para CONTRATADA	8,30%	8,30%
Exemplo PMG (Bonificação: 50% / 50% Contingência: 5%)		
Venda para CLIENTE	115,00	104,50
Taxa de administração (10%)	10,00	14,50
Custo para CONTRATADA	110,00	90,00
Impostos (sobre taxa de administração)	0,87	1,25
Resultado empreendimento	4,13	13,25
Margem para CONTRATADA	3,60%	12,68%
Exemplo EMPREITADA (sem faturamento direto)		
Venda para CLIENTE	120,00	120,00
Custo para CONTRATADA	110,00	90,00
Impostos (sobre o total da venda para o cliente)	10,38	10,38
Resultado empreendimento	(0,38)	19,62
Margem para CONTRATADA	-0,32%	16,35%
Exemplo EMPREITADA (com faturamento direto de 50% da venda)		
Venda para CLIENTE	114,58	114,58
Custo para CONTRATADA	110,00	90,00
Impostos (sobre o total da venda menos o fat. dir.)	4,96	4,96
Resultado empreendimento	(0,38)	19,62
Margem para CONTRATADA	-0,33%	17,12%

A Figura 28 a seguir mostra a evolução do resultado do empreendimento para cada uma das modalidades contratuais para uma oscilação de -15% a +15% dos custos.

Figura 28 - Variação do resultado do empreendimento para a contratada

Fonte: Autor

A Figura 29 traz o intervalo máximo e mínimo dos resultados para cada modalidade.

Figura 29 - Valores máximos e mínimos do resultado para contratada

Fonte: Autor

É possível visualizar no gráfico a diferença no comportamento das três modalidades contratuais com a variação de custos. Conclui-se que, de fato, o contrato por administração (ADM) traz o menor risco para a contratada, pois a variação no resultado foi a menor de todas. Entretanto, nos contratos onde há um risco maior (pois a variação do resultado é maior, chegando inclusive a ficar negativo), existe a possibilidade de aumentar significativamente o resultado.

As conclusões verificadas acima podem ser complementadas com a análise da variação das margens. A margem é calculada dividindo o resultado obtido pela contratada pelo valor total da venda para a contratante. A variação das margens de acordo com a variação dos custos é apresentada na Figura 30.

Figura 30 - Variação da margem para a contratada

Fonte: Autor

Neste gráfico é possível visualizar o efeito da contingência no contrato do PMG. Perceba que, comparando com a empreitada, o resultado / margem para a contratada fica protegido enquanto a contingência é utilizada. No caso da empreitada, qualquer estouro de custo já sensibiliza o resultado / margem para a contratada. A margem para o contrato por administração mantém-se constante.

Os valores máximos e mínimos obtidos para as margens estão representados na Figura 31.

Figura 31 - Valores máximos e mínimos da margem para contratada

Fonte: Autor

É possível verificar, neste caso, a diferença entre as empreitadas com e sem faturamento direto. O valor do resultado nestes dois casos é o mesmo, no entanto, o valor da margem sofre uma pequena alteração, pois o valor da venda para o caso com faturamento direto é menor, de modo que a margem consequentemente será maior.

Por outro lado, os gráficos apresentados a seguir apresentam a variação do valor de venda para a contratante (cliente). A Figura 32 apresenta a variação dos valores de venda, e a Figura 33 apresenta os valores máximos e mínimos.

Figura 32 - Variação dos valores de venda para a contratante

Fonte: Autor

Figura 33 - Valores máximos e mínimos de venda para contratante

Fonte: Autor

Ao analisar as curvas de cada modalidade contratual, é possível compreender o mecanismo de cada uma delas. Os contratos por empreitada, para o cliente, são constantes. Isto pode ser observado também na Figura 33 a seguir. Isto representa

um risco menor para o contratante, visto que o valor final do empreendimento não varia. Entretanto, é possível verificar que, nos demais tipos de contratação, a possibilidade de redução do valor do empreendimento é maior. O contrato por administração, por não conter cláusulas de bonificação pode atingir valores menores para o empreendimento como um todo. Mas, como também não possui um teto, é a modalidade que atinge o maior valor. O contrato por PMG, por possuir um teto, representa uma maior segurança para a contratante. E, pelo fato da existência da bonificação, a redução no valor do empreendimento é inferior do que no contrato por administração (pois parte desta economia é paga para a contratada a título de bonificação).

Um último ponto importante a ser ressaltado é a questão tributária. Para permitir uma redução de custos (no caso de um contrato por empreitada), operações de faturamento direto podem reduzir a bitributação, tornando o valor do empreendimento menor. No entanto, este tipo de operação representa um risco para a contratante, pois ao autorizar faturamentos em seu nome, caso ocorra algum problema no trâmite de notas fiscais (por exemplo, extravio) causando o não pagamento destas, corre-se o risco de multas, juros e protestos e negativas. Além disso, existe a necessidade de a contratante possuir estrutura administrativa para processar o volume de pagamentos que uma obra gera.

4.2 MODELO 2 - GERADOR DE CENÁRIOS PARA ANÁLISES DE EMPREENDIMENTOS

O segundo modelo proposto atendeu duas demandas levantadas no estudo de caso. A primeira é elaborar fluxos econômicos e financeiros de maneira simplificada, para uma melhor análise de riscos durante a fase de propostas. A segunda é realizar uma análise de cenários tendo como base os relatórios de tendência de custos das obras em andamento. Para tanto, o modelo elaborado gera, a partir de um cenário referencial, cenários alterados (ou estressados) de acordo com variações em parâmetros de cálculo definidos pelo usuário.

Cenário referencial é aquele que o planejador acredita que deverá ocorrer ao longo do tempo (LIMA JÚNIOR, MONETTI, & DE ALENCAR, 2011). Este cenário pode ser

chamado também de 'mais provável', elaborado com as melhores informações que o planejador tem até aquele determinado momento. Cenários estressados são desenhados para poder verificar o impacto de oscilações em determinados parâmetros do modelo, verificando desta forma a intensidade de risco de um determinado projeto. Cenários estressados não correspondem a expectativas (pois o cenário mais provável é o cenário referencial), tampouco a cenários pessimistas (LIMA JÚNIOR, MONETTI, & DE ALENCAR, 2011). Cenários otimistas também não foram considerados, pois estes cenários não ajudam no processo de tomada de decisões (se um projeto tiver seu desempenho melhor que o previsto, ótimo). Ao longo do empreendimento, todas as ações visando melhorar o desempenho do projeto certamente serão tomadas, à medida do possível.

4.2.1 Tabela de entrada de dados

A realização do cálculo, neste modelo, é feita a partir dos valores previstos para os custos da obra, separados em três grupos:

- **Custo Direto (CD)** - refere-se aos custos necessários para a aquisição e contratação de todos os materiais e serviços necessários para a execução do empreendimento. A mão de obra que executa os serviços (chamada de Mão de Obra Direta), geralmente subcontratada nos empreendimentos executados por EEC, está contemplada no CD.
- **Despesas Indiretas (DI)** - refere-se aos custos necessários para a contratação e suporte de toda a equipe de obra necessária para a gestão e execução do empreendimento. Trata-se da equipe alocada diretamente na obra, do canteiro de obras, dos equipamentos utilizados (transporte vertical e horizontal), consumos de água e energia, entre outros. Os custos com a administração central da sede não estão computados nas Despesas Indiretas. Isto porque, este modelo tem por objetivo auxiliar a gestão de custos de um único empreendimento. A gestão das despesas da administração central não compete aos gestores das obras.
- **Contingência (CTG)** - Oriunda da análise de riscos, é a verba reservada para tratar os riscos identificados e analisados, qualitativamente e quantitativamente.

A Figura 34 ilustra, de maneira simplificada, a estrutura de uma EEC e de cada uma de suas obras, cada qual com os componentes de custos citado acima (CD, DI e CTG). Note que os custos de administração central da sede estão fora das obras, devendo ser suportado com parte do resultado das obras.

Figura 34 - Esquema simplificado evidenciando os componentes CD, DI e CTG

Fonte: Autor

Os custos também são separados em dois volumes:

- Volume Cliente (VC) - Quando ocorre a operação de faturamento direto, ou em contratos por administração ou PMG, todo o custo previsto que será faturado diretamente contra o cliente deve ser lançado neste volume.
- Volume Empresa (VE) - Os demais custos relacionados à obra, que são faturados contra a EEC devem ser lançados neste volume.

A partir as estimativas de custos, separados entre os grupos (CD, DI e CTG) e entre os volumes (VC e VE), os valores de venda são calculados, levando-se em consideração as alíquotas de impostos que incorrerão nas notas faturadas pela EEC contra o cliente, e também considerando a taxa de remuneração a ser cobrada. Este modelo permite o cálculo da taxa sobre o custo, ou sobre a venda. A Figura 35 apresenta a tabela de entrada de dados do modelo.

Figura 35 - Tabela de entrada de dados do modelo 2

TABELA DE ENTRADA DE DADOS								
			CUSTOS	IMPOSTOS				
Nome da obra	Previsão Início	Duração (meses)	Custo total	Total Aliq. Impostos	Modalidade	% Conting. PMG	Divisão Bonus PMG	Taxa
OBRA 1 - PMG	nov/16	22	123.923.789,83	6,65%	PMG	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA 2 - PMG	jan/17	22	71.185.484,18	6,65%	PMG	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA 3 - EMPR	nov/16	12	97.462.524,76	8,65%	EMPREITADA	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA 4 - EMPR	jan/17	22	146.465.470,46	5,65%	EMPREITADA	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA 5 - PMG	fev/17	12	69.135.000,00	8,65%	PMG	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA 6 - EMPR	set/17	16	88.918.368,10	11,15%	EMPREITADA	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA X - PMG	jan/18	12	166.500.000,00	6,65%	PMG	5,00%	50,00%	10,00%
OBRA Y - ADM	jan/18	12	166.500.000,00	6,65%	ADM	5,00%	50,00%	10,00%

TABELA DE ENTRADA DE DADOS
			RECEITAS	IMPOSTOS	RESULTADO		
Nome da obra	Previsão Início	Duração (meses)	Receita Total	Impostos	Resultado	Margem	Taxa de Administração a ser aplicada sobre VC
OBRA 1 - PMG	nov/16	22	137.834.670,53	1.518.501,71	12.392.378,98	8,99%	10,71%
OBRA 2 - PMG	jan/17	22	79.453.087,46	1.149.054,86	7.118.548,42	8,96%	10,71%
OBRA 3 - EMPR	nov/16	12	117.360.456,74	10.151.679,51	9.746.252,48	8,30%	0,00%
OBRA 4 - EMPR	jan/17	22	164.771.613,68	3.659.596,17	14.646.547,05	8,89%	10,60%
OBRA 5 - PMG	fev/17	12	77.568.144,50	1.519.644,50	6.913.500,00	8,91%	10,95%
OBRA 6 - EMPR	set/17	16	110.084.642,55	12.274.437,64	8.891.836,81	8,08%	0,00%
OBRA X - PMG	jan/18	12	190.798.609,11	5.306.607,51	18.992.001,60	9,95%	11,90%
OBRA Y - ADM	jan/18	12	190.798.609,11	5.306.607,51	18.992.001,60	9,95%	11,90%

Fonte: Autor

4.2.2 Curva S

Além das informações orçamentárias, é necessário informar também a previsão de início da obra (ou o início efetivo, no caso de obras em andamento), e a duração da obra. Estas informações são necessárias para gerar as curvas S utilizadas para gerar os fluxos econômicos e financeiros. A curva S é uma ferramenta comumente utilizada para realizar previsões econômico-financeiras para projeto e também para acompanhar o avanço físico das atividades. Adotou-se a seguinte formulação para a obtenção da curva S (Mavrotas, Caloghirou, & Koune, 2005):

$$y(x) = p + (1 - p) * \frac{\frac{1}{1 + e^{k(ax-1)}} - \frac{1}{1 + e^{-k}}}{\frac{1}{1 + e^{k(a-1)}} - \frac{1}{1 + e^{-k}}} \quad (1)$$

Para utilização desta fórmula, prazos e custos precisam ser normalizados (ou seja, assumirem valores entre 0,0 e 1,0). Portanto:

$$x = \frac{\text{prazo incorrido}}{\text{prazo total}} = \frac{\text{data atual} - \text{data inicial}}{\text{data final} - \text{data inicial}} \quad (2)$$

$$y = \frac{\text{custo incorrido}}{\text{orçamento}} \quad (3)$$

A utilização da curva S conforme descrito acima requer ainda a definição de três parâmetros, conforme a seguir (Mavrotas, Caloghirou, & Koune, 2005):

- k - ajuste da inclinação: pode variar de 0,001 a 10,000. O valor de 0,001 retorna uma distribuição linear.
- a - ajuste da posição de máxima inclinação (mudança de curvatura): pode variar de 0,001 a 3,000. Quanto maior o valor, mais cedo incorrem os custos. O valor 2 retorna uma curva simétrica. O valor 3 retorna uma curva com 50% do orçamento incorrido em 33% do prazo. O valor 1,5 retorna uma curva com 50% do orçamento incorrido em 66% do prazo.
- p - parcela inicial (adiantamento): é o valor de custo incorrido a partir do qual a curva S se desenvolve. Pode assumir valores de 0,0 a 1,0.

O resultado da aplicação da curva é apresentado na Figura 36. Neste caso, foram utilizados os parâmetros: k=5,000; a=1,500; p=0,1.

Figura 36 - Resultado da aplicação do modelo de curva S

Fonte: Autor

A Figura 37 a seguir representa as variações de curva obtidas mantendo-se o parâmetro $k=5$, e variando o parâmetro a .

Figura 37 - Variações da curva S alterando-se o parâmetro a

Fonte: Autor

Analogamente, a Figura 38 a seguir apresenta as variações de curva mantendo o parâmetro $a=2$, e variando o parâmetro k .

Figura 38 - Variações da curva S alterando-se o parâmetro k

Fonte: Autor

A definição destes parâmetros deve levar em consideração a expectativa de comportamento esperado para o projeto, ou para o elemento que estiver sendo aplicado (isto porque o modelo proposto permite a inserção de três curvas S, uma para CD, outra para DI e outra para CTG).

4.2.3 O modelo de cálculo dos fluxos

O fluxo financeiro é gerado levando em consideração os dados inseridos na tabela de entrada, e de acordo com parâmetros auxiliares para a geração dos cenários. A Figura 39 apresenta a tela principal do modelo, onde são conferidas as informações principais da obra (lançados na tabela de entrada), e onde são lançados os parâmetros auxiliares.

Figura 39 - Tela do modelo gerador do fluxo econômico-financeiro

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	ESTUDO DE CENÁRIOS							
3								
4								
5	Nome do Projeto		OBRA X - PMG			(Selecione aqui a obra desejada)		
6								
7								
8								
9	Dados da Obra <small>(preencher na planilha DADOS DAS OBRAS)</small>							
10	Início previsto		jan/18					
11	Duração (Contratual)		12 meses					
12	Duração (Considerada para Cálculo)		12 meses					
13	Multa por atraso considerada (R\$)		1.907.986,09					
14	Término previsto		dez/18					
15	Regime de Contratação		PMG					
16	Divisão bonificação PMG (%)		50%					
17	Contingência PMG (%)		3%					
18	Tipo de cálculo		Sobre venda					
19	Taxa sobre DI		Sim					

Atraso Consid.	0
Atraso Máx. (meses)	3
Multa Atraso	1,0%

Fonte: Autor

Além dos parâmetros das curvas S, é possível definir parâmetros para o cálculo dos cenários estressados referentes a:

- Variação do atraso da obra e consequente multa;
- Variação dos custos calculados, de acordo com seu volume (VC ou VE);
- Parâmetros financeiros (retenções de impostos, retenções contratuais, prazos de pagamento, etc);
- Parâmetros para auxiliar na tomada de decisões de fechamento de preço (mudança de taxa a ser cobrada, redução de custos em função de EAV, descontos de DI, etc.);
- Parâmetros para as curvas S, a serem aplicadas para CD, DI e CTG (Figura 40);

Figura 40 - Entrada de parâmetros das curvas S do modelo

Curva S - Custo Direto	Mês	Parâmetros:	k (inclinação)	a (distribuição)	p (adiantamento)	Valor F(X=n)
	Acum.		4,000	2,000	0%	
Curva S ou Cálculo Automático						
Fórmula "Desacumulado" para Cálculo Automático >>>						
Curva S - Despesas Indiretas	Mês	Parâmetros:	k (inclinação)	a (distribuição)	p (adiantamento)	Valor F(X=n)
	Acum.		1,000	2,000	0%	
Curva S ou Cálculo Automático						
Curva S - Contingência	Mês	Parâmetros:	k (inclinação)	a (distribuição)	p (adiantamento)	Valor F(X=n)
	Acum.		0,001	2,000	0%	
Curva S ou Cálculo Automático						

Fonte: Autor

- Parâmetros referentes às variações consideradas na geração dos cenários estressados (Figura 41), por exemplo, variação somente de custos, de prazo, custo e prazo, etc.

Figura 41 - Entrada de parâmetros para geração dos cenários estressados

Gerador de Cenários		Valores positivos retornam nesta tela o cenário referencial, mas geram os gráficos de análise. Valores negativos retornam uma amostra de cenário estressado. 0 = Referencial 1 = Variação Global 2 = Variação Custos VE 3 = Variação Custo VC 4 = Variação Prazo 5 = Variação somente Custos			
Variação Custos Empresa	1	(1 = Referencial)	1	Var. Máx. Custo VE	5,0%
Variação Custos Cliente	1	(1 = Referencial)	1	Var. Máx. Custo VC	5,0%
Variação Prazos	1	(1 = Referencial)	1		

Fonte: Autor

Com todos os parâmetros definidos, o cálculo é feito seguindo as etapas descritas a seguir (ilustradas na Figura 42).

Figura 42 - Etapas de cálculo do modelo

Fonte: Autor

O custo inicial previsto é distribuído mensalmente aplicando-se a curva S (específica para cada tipo de custo: CD, DI e CTG). Desta forma obtém-se a parcela de custo de um determinado mês. Sobre esta parcela, aplica-se um percentual de variação calculado de acordo com os parâmetros selecionados (por exemplo, se está parametrizado para realizar uma variação global, é aplicado um percentual adicional de custos que varia entre 0% e a variação máxima de custos estabelecida nos

parâmetros, no exemplo acima, 5%). A partir dos custos, é feito o cálculo das receitas que estes custos geram, seguindo as regras de cada modalidade contratual (por exemplo, em contratos de administração é calculada a taxa sobre o custo, em contratos de PMG ou empreitada as receitas são calculadas até atingirem o ‘teto’ permitido, etc.). Com isto, obtém-se o fluxo de resultado mensal, equivalente à receita menos o custo (Figura 43).

Figura 43 - Saída do modelo 2: fluxo financeiro do empreendimento - resultados mensais e acumulados

Fonte: Autor

Após isto, são calculadas as posições mensais de recebimentos e pagamentos, de acordo com os parâmetros cadastrados, formando o fluxo de caixa do projeto (Figura 44).

Figura 44 - Saída do modelo 2: fluxo de caixa do projeto

Fonte: Autor

Através do recurso de ‘Tabela de dados’, o cálculo descrito acima é repetido mil vezes, sendo registrado o resultado e a margem de cada cenário. A Figura 45 apresenta os valores de resultados calculados nestas iterações, e a Figura 46 apresenta o histograma destes resultados.

Figura 45 - Saída do modelo: Amostras de resultados

Fonte: Autor

Figura 46 - Histograma dos cenários estressados

Fonte: Autor

Com estes dados, o modelo retorna um resumo dos cenários, conforme apresentado na Figura 47, onde são destacados os valores do cenário referencial, e os valores esperados, de acordo com os dados calculados dos cenários estressados.

Figura 47 - Saída do modelo: variações de margem e resultado

Fonte: Autor

A planilha com as tabelas de dados, responsável pela geração dos cenários estressados, é exibida na Figura 48.

Figura 48 - Planilha geradora dos cenários (tabela de dados)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	CONSTRUINNOVA		PMO							
2	Escola Politécnica da USP									
3										
4		Cenário	1							
5										
6										
7										
8										
9										
10			18.992.001,60	9,95%	RESULT ORÇADO	RESULT. INF.	RESULT. SUP.	MARGEM ORÇADA	MARGEM INF.	MARGEM SUP
11	6	16.084.482,33	8,43%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
12	7	16.894.722,14	8,85%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
13	8	16.776.719,49	8,79%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
14	9	15.816.225,87	8,29%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
15	10	16.147.599,26	8,46%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
16	11	15.722.071,54	8,24%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
17	12	15.104.574,30	7,92%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
18	13	15.943.002,47	8,36%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
19	14	16.687.909,57	8,75%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
20	15	15.290.236,57	8,01%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
21	16	15.759.431,96	8,26%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
22	17	15.635.477,74	8,19%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
23	18	16.361.085,18	8,58%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
24	19	16.202.898,80	8,49%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
25	20	15.843.136,49	8,30%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	
26	21	15.549.013,71	8,15%	18.992.001,60	15.298.495,48	17.102.888,02	9,95%	8,02%	8,96%	

Modelo Tabela de Dados Variação de resultado e margem Comparativo ADM VS. EMPR Histograma Intervalo Confiança Amostras Resultados

Fonte: Autor

4.2.4 Outras saídas do modelo

Uma das saídas deste modelo permite à área comercial e de propostas analisar o impacto que a variação da taxa a ser cobrada em um determinado empreendimento causa no resultado e na margem prevista para o contrato (Figura 49). Esta análise é fundamental no momento de fechamento de preços de venda de um empreendimento.

Figura 49 - Saída do modelo: Comparação entre variação de resultado / margem com a taxa

Fonte: Autor

A funcionalidade apresentada no modelo 1 (item 4.1) foi integrada neste modelo, de modo a permitir a comparação entre as modalidades contratuais (neste caso, já aplicando as condições específicas do empreendimento). O gráfico que demonstra este comparativo é apresentado na Figura 50. No caso, é possível verificar que variações de custo superiores a 20% inviabilizam as modalidades de empreitada ou PMG, pois comprometem integralmente o resultado do projeto.

Figura 50 - Comparativo entre modalidades contratuais - visão EEC

Fonte: Autor

4.2.5 Alterando o parâmetro de geração de cenários

Para verificar o comportamento do modelo segundo variações de um determinado aspecto (VC, VE, prazos, etc), é possível definir isto no parâmetro de cenários (Figura 41). Os cenários possíveis são:

- Variação somente de custos VC;
- Variação somente de custos VE;
- Variação de custos VC e VE;
- Variação somente de prazo;
- Variação global (custos VC, VE e prazo).

A Figura 51 apresenta os dados de saída do modelo somente com variação de custos VE. O empreendimento usado como referência é um PMG, ou seja, os custos VE (faturados contra a empresa) referem-se somente à parcela de DI, que representa uma parcela menor do orçamento total do empreendimento. Com isto, as variações entre os cenários estressados são menores, e os resultados obtidos são bem próximos do cenário referencial.

Figura 51 - Saída do modelo variando somente custo VE

Fonte: Autor

A Figura 52 apresenta as amostras de resultados com variação somente de custos VE.

Figura 52 - Amostra de resultados variando somente VE

Fonte: Autor

Por outro lado, variando o custo VC (faturados contra o cliente), que em um PMG representa a maior parcela do orçamento do empreendimento, as variações de

cenário tem uma maior amplitude, com resultados distintos do cenário referencial. A Figura 53 apresenta a saída desta situação.

Figura 53 - Saída do modelo para variação somente VC

Fonte: Autor

A Figura 54 apresenta as amostras de resultados com variação somente de custos VC.

Figura 54 - Amostras de resultados variando somente de VC

Fonte: Autor

4.2.6 Utilizando o modelo em obras em andamento

Para utilizar o modelo em obras em andamento, foi gerado um novo arquivo de trabalho, na qual a tabela de entrada de dados da obra foi desabilitada (por tratar-se de somente uma única obra, os dados referentes a esta podem ser lançados diretamente na planilha principal do modelo). Visto que um projeto em andamento possui um orçamento linha de base, e uma estimativa no término, pode-se aplicar variações nas posições mensais do fluxo financeiro dos meses futuros visando gerar um intervalo de cenários estressados possíveis.

Foram necessários realizar duas alterações nesta planilha. A primeira foi incluir uma coluna para o lançamento da estimativa no término prevista para o projeto, conforme destacado na Figura 55.

Figura 55 - Coluna adicional para incluir estimativas no término

ESTUDO DE CENÁRIOS - OBRA EM ANDAMENTO				
Nome do Projeto		OBRA X - PMG		
Dados da Obra	ORÇAMENTO	ESTIMATIVA NO TÉRMINO (Previsão Atual)	Variações	
Início previsto	jan/18			
Duração (Contratual)	12 meses	12 meses		Varição Prazo Max. 3
Multa por atraso considerada (R\$)	1.907.986,09	-		Multa Atraso 1,0%
Término previsto	dez/18	dez/18		
Regime de Contratação	PMG			
Divisão bonificação PMG (%)	50%			
Contingência PMG (%)	5%			
Tipo de cálculo	Sobre venda			
Taxa sobre DI	Sim			
Taxa sobre contingência	Sim			
Taxa	10,00%			Varição Taxa 0,0%
Taxa considerada no cálculo	10,00%			

Fonte: Autor

Outra modificação foi a inclusão de um campo para ser informado o mês atual de análise do projeto (Figura 56). Informando este mês, os cálculos de valores incorridos e a incorrer são ajustados automaticamente.

Figura 56 - Parâmetro para identificar mês atual da obra

141	Variação Prazos 1 (1 = Referencial)	
142		
143	Fluxo Econômico / Financeiro	
144	1º mês da análise	novembro/2017
145	Mês fechamento	fevereiro/2018
146		
147		
148		
149	VISÃO ECONÔMICA	
150	RECEITA VOL. CLIENTE	111.000.000,00 0,00 111.000.000,00 11
151	(+) RECEITA FATURADA	79.798.609,11 0,00 79.798.609,11 7
152	RECEITA VE. REF. CD. VE.	59.988.002,40 0,00 59.988.002,40 5

Fonte: Autor

Ao informar o mês de fechamento atual, os meses incorridos são diferenciados (cor cinza - Figura 57), de modo que os valores reais que ocorreram no mês podem ser inseridos nas células. No caso da EEC estudada, estes valores são obtidos utilizando-se o sistema ERP. As curvas S também devem ser revisadas, pois neste caso, elas passam a redistribuir o saldo ao longo dos meses restantes. Neste ponto, é possível utilizar a Curva S existente da obra, após ser readequada após a atualização dos andamentos das atividades.

Figura 57 - Diferenciação dos meses incorridos e a incorrer

1	2	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
131	0%	Valor F(X=n)	0%	0%	0%	0%	0%	6%	13%	21%	30%
132		Valor "desacumulado"	0%	0%	0%	0%	0%	6%	7%	8%	9%
133											
134	p (adiantamento)										
135	0%	Valor F(X=n)	0%	0%	0%	0%	0%	3%	8%	13%	21%
136		Valor "desacumulado"	0%	0%	0%	0%	0%	3%	4%	6%	8%
137											
142											
143											
147		INCORRIDO	A INCORRER	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
148											
149											
150		4.592.731,68	106.407.268,32	0,00	0,00	1.154.240,29	3.438.491,39	6.107.010,66	7.487.135,89	8.952.846,59	10.390.000,00
159		4.041.376,59	75.757.232,51	0,00	0,00	1.238.643,65	2.802.732,94	4.362.998,65	5.361.322,12	6.419.785,22	7.453.000,00
166		8.634.108,27	182.164.500,83	0,00	0,00	2.392.883,94	6.241.224,33	10.470.009,30	12.848.458,01	15.372.631,81	17.843.000,00
167											
168		4.592.731,68	106.407.268,32	0,00	0,00	1.154.240,29	3.438.491,39	6.107.010,66	7.487.135,89	8.952.846,59	10.390.000,00
172		2.296.365,84	53.203.634,16	0,00	0,00	577.120,15	1.719.245,69	3.053.505,33	3.743.567,95	4.476.423,29	5.195.000,00
176		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
177		6.889.097,52	159.610.902,48	0,00	0,00	1.731.360,44	5.157.737,08	9.160.515,98	11.230.703,84	13.429.269,88	15.585.000,00
178											
179		184.669,56	5.121.937,95	0,00	0,00	45.210,49	139.459,06	243.331,44	326.578,22	395.161,82	464.000,00

Fonte: Autor

4.3 MODELO 3 - FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE RISCOS

Conforme visto anteriormente, o processo de gerenciamento de riscos é fundamental para empresas do setor da construção civil, principalmente as EEC, em virtude da complexidade de seus empreendimentos, e do alto volume de incertezas envolvidas nestes projetos. Para tanto, ter uma ferramenta de análise de riscos é muito importante. Sendo assim, este terceiro modelo trata-se de uma ferramenta simples para permitir a realização de análise de riscos qualitativa e quantitativa, a partir da geração de cenários utilizando-se os dados dos riscos informados.

A EEC estudada possui uma ferramenta para gestão de riscos elaborada internamente, que padroniza a entrada de dados relativos aos riscos (qualitativos e quantitativos), e utiliza uma extensão do *Microsoft® Excel* denominada *@Risk* da empresa *PALISADE®*. Esta extensão realiza diversas análises estatísticas, utilizando-se principalmente da simulação de Monte Carlo, na qual são gerados diversos cenários aleatórios, para permitir diversas análises dos dados, e extrair informações importantes. A Figura 58 a seguir apresenta algumas imagens da ferramenta de gestão de riscos desenvolvida pela EEC estudada.

Figura 58 - Imagens da ferramenta de gestão de riscos elaborada pela EEC estudada, com destaque para a utilização da extensão *@Risk* da *PALISADE®* realizando a simulação de Monte Carlo

Fonte: Material obtido junto à EEC estudada

Este modelo permite realizar simulações com cenários aleatórios, de uma maneira mais simples que a extensão *@Risk*, no entanto, sem depender desta extensão (somente dos recursos próprios do *Microsoft® Excel*). Os cenários são calculados a partir dos impactos em custo (verbas) e probabilidades de ocorrência definidos para cada risco. São realizadas várias iterações (no caso, o modelo foi elaborado para realizar mil iterações) nas quais cada risco pode ocorrer ou não (dependendo de sua probabilidade), e uma vez ocorrendo o risco, ele pode assumir um valor que varia entre um mínimo e máximo estipulado pelo planejador. Da mesma forma que nos modelos anteriores, é utilizado a função ‘Tabela de dados’ para gerar e registrar os cenários, e a partir disso, são feitos os cálculos estatísticos para definir a contingência para os riscos identificados. Esta contingência é calculada a partir de um determinado intervalo de confiança, definido também pelo planejador. A Figura 59 traz uma visão geral do modelo de análise de riscos proposto.

Figura 59 - Visão geral do modelo de análise de riscos

Fonte: Autor

A Figura 60 apresenta um detalhe da saída do modelo de análise de riscos.

Figura 60 - Saída do modelo de análise de riscos

Fonte: Autor

Apesar de simples, esta ferramenta é bastante útil para realização de análises de riscos de projetos de menor complexidade, ou para empresas de menor porte que não podem investir em softwares avançados de gestão de riscos. De maneira geral, a principal saída deste modelo é um valor a ser contingenciado no projeto (reserva de contingência), que deverá ser suficiente para comportar um determinado grau de confiabilidade dentre os cenários aleatórios gerados. No exemplo da Figura 60, um valor de contingência que comporta 95% dos cenários gerados é de R\$ 1.212 mil. Outros valores estatísticos referentes aos cenários são exibidos (máximo, mínimo, média, etc.), permitindo uma análise mais completa.

A gestão de riscos pode contribuir com a gestão de custos do empreendimento, não somente pelo cálculo das reservas de contingência, mas sim pela identificação prévia dos riscos que um projeto está submetido, sendo eles positivos (oportunidades) ou negativos (ameaças). Uma vez identificados, ações para minimizar os riscos e maximizar as oportunidades devem ser tomadas, de modo que tanto as EEC quanto seus clientes possam ser beneficiados. Além disso, uma gestão mais eficiente, seja dos trabalhos relacionados ao gerenciamento do projeto ou seja à gestão da produção, pode contribuir com a redução de riscos do projeto, e consequentemente, com a redução dos custos de execução dos empreendimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o encerramento deste documento, serão revisados alguns aspectos importantes dos temas abordados, buscando reforçar alguns pontos de atenção, e também para propor discussões futuras e temas para trabalhos de pesquisa.

5.1 SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO

Foi constatado ao longo do estudo de caso junto à EEC que a utilização dos conceitos de gerenciamento de projetos contidos no Guia PMBOK® são importantes, principalmente em função da complexidade dos projetos executados pela empresa. Apesar de extensa e de exigir uma certa dedicação das equipes de projeto, a aplicação destes conceitos é bastante benéfica, pois permite tratar diversos aspectos importantes da gestão de um empreendimento, além do tradicional cuidado com custo-prazo-qualidade. O fato de a atualização da norma ISO 9001 se aproximar dos conceitos e abordagens do Guia PMBOK® revela que seus conceitos e melhores práticas são importantes e não podem ser desprezados pelos gestores e profissionais de planejamento e controle das obras.

No entanto, somente utilizar os conceitos do Guia PMBOK® não é suficiente para lidar com toda complexidade e incertezas envolvidas em empreendimentos de construção civil. A adoção conjunta dos destes conceitos, associados aos conceitos de Coordenação e Desenvolvimento de projetos *design* e de Gerenciamento da Produção (*Lean Construction*), formando o 'Cubo da Gestão', em um sistema de gestão amplo e integrado, mostra-se mais uma forma mais abrangente e completa para gerenciar empreendimentos de construção civil. A utilização deste conceito foi feito com sucesso na EEC estudada.

5.2 MUDANÇAS NECESSÁRIAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM RELAÇÃO A GESTÃO DE CUSTOS

Por melhor que seja o modelo de gestão adotado por uma EEC, e por melhor que seja a equipe do projeto alocada em um determinado empreendimento, se este foi

concebido com falhas e de maneira a não levar em consideração os requisitos e as necessidades de seus clientes, dificilmente será possível reverter o mal desempenho de um empreendimento, seja durante sua execução (com atrasos e orçamentos que não são cumpridos), seja durante sua operação (elevado custo de manutenção, desempenho abaixo do esperado, entre outros). É importante que todas as partes envolvidas reflitam e estejam engajadas em promover as mudanças necessárias, buscando a evolução do setor como um todo. O objetivo comum de todas as partes é agregar valor ao cliente final, não somente durante a construção do empreendimento, mas sim ao longo de toda sua vida útil.

5.3 MELHORIAS QUE PODEM SER IMPLEMENTADAS NOS MODELOS

Os modelos e ferramentas apresentados atenderam as demandas inicialmente levantadas pelas áreas, entretanto, sempre cabem melhorias, conforme as descritas a seguir:

- Modelo 1: Este modelo compara somente as quatro principais modalidades contratuais (administração, PMG, empreitada com e sem faturamento direto). No entanto, ele não permite a comparação de modalidades mistas de contratação, o que atualmente vem se mostrando uma solução bastante comum para melhor distribuir os riscos entre as partes. Esta melhoria poderia ser desenvolvida para um melhor estudo das alocações de riscos nestas estruturas mistas de contratação.
- Modelo 2 (fase de propostas): Por simplificação, o modelo elabora os fluxos econômicos e financeiros tomando por base três curvas S, uma para cada componente do custo total da obra: CD, DI e CTG. É possível desmembrar estas três curvas, principalmente aquela referente ao custo direto, nos principais pacotes de contratação (primeiro ou segundo nível da EAP). Com isto, obter-se-ão fluxos econômicos e financeiros mais próximos da realidade, visto que será possível personalizar as curvas S de acordo com o comportamento de cada subsistema.
- Modelo 2 (obra em andamento): É possível incorporar ao modelo, através da função *Solver* do Microsoft® Excel®, uma metodologia para que a curva S se adapte automaticamente aos valores incorridos no projeto. Esta melhoria, se

aplicada em conjunto à melhoria descrita anteriormente, pode contribuir bastante com a elaboração de previsões e estimativas por parte dos profissionais de planejamento e controle das obras.

- Modelo 3: A principal função da análise de risco em um empreendimento não é o cálculo da verba de contingência. A identificação dos riscos e a preparação dos planos de ação para prevenir e mitigar os riscos negativos (ameaças) e explorar os riscos positivos (oportunidades) é a tarefa mais importante do processo. A partir deste modelo inicial proposto, é possível desenvolvê-lo, principalmente a parte de registro dos planos de ação, responsáveis e histórico de implantação, de modo a tornar esta ferramenta mais completa, para o processo de gestão de riscos como um todo.

Com o início de novos projetos, e com as reestruturações internas que a EEC estudada está passando, será possível implementar os modelos nos novos contratos fechados ao longo do primeiro semestre de 2018, bem como incorporar ao sistema de gestão e à ferramenta de gestão de riscos os modelos desenvolvidos neste trabalho.

- Observação: Os modelos poderão ser acessados pela internet no link abaixo, utilizando a senha CONSTRUINOVA2018:

<https://1drv.ms/f/s!AhLmK6MGXAOI2zaHrcIIIGPhvPVlo>

5.4 SUGESTÕES DE TEMAS PARA FUTUROS TRABALHOS

Alguns temas interessantes e relevantes surgiram durante a realização deste trabalho de pesquisa, que podem servir de temas para discussões, e elaboração de novos estudos e novas pesquisas:

- Utilização do BIM para realização do planejamento e controle de custos durante a execução das obras (e não somente durante a fase de concepção do projeto de um empreendimento), ou seja, sua integração com sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), de planejamento e controle (Microsoft® Project®, Primavera®, entre outros);

- Automatização de previsões e fluxos de caixa para empreendimentos de construção civil (o modelo 2 proposto neste trabalho seria um ponto de partida);
- Discutir como promover as mudanças necessárias no setor, principalmente com relação à gestão de custos, de uma maneira prática sob a ótica de uma EEC (ou de outras partes envolvidas no setor da construção civil).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2006). *ABNT NBR ISO 10006:2006 - Sistemas de gestão da qualidade - diretrizes para a gestão da qualidade em empreendimentos*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2015). *ABNT NBR ISO 9001:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - requisitos*. Rio de Janeiro.
- Ballard, G. (Julho de 2006). Rethinking project definition in terms of target costing. *IGLC-14*, pp. 77-89.
- Barros, M. M. (Agosto de 1996). *Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios*. São Paulo.
- Brandão, V., Gonçalves, A. C., Ganem, C., & Santos, E. M. (2006). *Brasil Inovador: o desafio empreendedor: 40 histórias de sucesso de empresas que investem em inovação*. Brasília: Instituto Euvado Lodi.
- BUCKER, M. B. (2010). *Gerenciamento de conflitos, prevenção e solução de disputas em empreendimentos de construção civil*. São Paulo.
- Cardoso, F. F. (2005). A dimensão organizacional da construção civil. Em P. B. TIGRE, *Setor da Construção Civil. Segmento de Edificações. Série Estudos Setoriais n. 5* (pp. 71-124). Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional - SENAI.DN.
- Castelo, A. M., & Gonçalves, R. (setembro de 2017). Os sinais do investimento. *Conjuntura da Construção*, 18-20.
- Construction Excellence. (2009). *Never waste a good crisis. A review of progress since Rethinking construction and thoughts for our future*. Londres: Construction Excellence.
- Gonçalves, R., & Castelo, A. M. (Dezembro de 2015). Densa neblina de incerteza. *Conjuntura da Construção*, 19-20.
- Gonçalves, R., & Castelo, A. M. (Março de 2016). Recuperação fora do horizonte. *Conjuntura da Construção*, 19-20.
- Gonçalves, R., & Castelo, A. M. (Março de 2017). Entre o fim da crise e a retomada. *Conjuntura da Construção*, 19-20.
- Grilo, L., & Melhado, S. B. (Maio de 2002). Novas formas de contratação e organização dos empreendimentos no segmento de construção de edifícios

para terceiros. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC*, V. 9(ANAIS).

Koskela, L. (Setembro de 1992). Application of the new production philosophy to construction. *CIFE Technical Report #72*.

Leach, L. P. (2004). *Critical chain project management* (2 ed.). Norwood: Artech House Publishers.

LIMA JÚNIOR, J. d., MONETTI, E., & DE ALENCAR, C. T. (2011). *Real Estate: Fundamentos para análise de investimentos*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Elsevier.

Mavrotas, G., Caloghirou, Y., & Koune, J. (2005). A model on cash flow forecasting and early warning for multi-project programmes: application to the Operational Programme for the Information Society in Greece. *International Journal of Project Management*, 23, pp. 121-133.

Melhado, S. B. (2005). *Coordenação de projetos de edificações* (1ª ed.). São Paulo: O Nome da Rosa.

Mitchell, A., & Coday, A. (Maio de 2010). A conceptual framework of the interface between the design and construction processes. *Engineering Construction & Architectural Management*, v.18, n.3, pp. 297-311.

Muianga, E. A., Granja, A. D., & Ruiz, J. d. (Janeiro - Março de 2015). Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. *Ambiente Construído*, pp. 79-97.

MURDOCH, J., & HUGHES, W. (2002). *Construction Contracts: Law and Management* (3ª ed.). London: Routledge.

ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. (1997). *Manual de Oslo: Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. Brasília.

Pannanen, A., & Kosleka, L. J. (2005). Necessary and unnecessary complexity in construction. *Proceedings of First International Conference on Complexity, Science and the Built Environment*.

Polito, G. (2013). Detalhes de gerenciamento de projetos na construção civil predial - uma proposta de modelo de gestão integrada. *SIGP - Seminário Internacional de Gerenciamento de Projetos*(13).

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2016). *Construction extension to the PMBOK® Guide*. Pensilvânia: Project Management Institute, Inc.

- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2017). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)* (6ª ed.). Pensilvânia, SP, Brasil: Project Management Institute, Inc.
- Schexnayder, C., Molenaar, K., & Shane, J. (2007). Estimando proyectos grandes y complejos. *Revista Ingenieria de Construcción*, 22, pp. 91-98.
- Schramm, F. K. (2009). *Projeto de sistemas de produção na construção civil utilizando simulação computacional como ferramenta de apoio à tomada de decisão*. Porto Alegre.
- Thomas, H. R., & Sinha, S. K. (2002). Are construction sites and manufacturing facilities the same? Em B. O. Uwakawhe, & I. A. Minkarah (Eds.), *Construction Innovation and Global Competitiveness - International Symposium - 10th* (pp. 1353-1359). Boca Raton: CRC Press.
- Tsao, C. C., Tommelein, I. D., Swanlund, E. S., & Howell, G. A. (2004). Work structuring to achieve integrated product-process design. *Journal of consruction engineering and management*, v. 130, n. 6, pp. 780-789.
- WINCH, G. M. (2012). *Managing Construction Projects* (2ª ed.). New York, NY, EUA: John Wiley & Sons.
- Winch, G. M., & Kelsey, J. (2005). What do construction project planners do? *International Journal of Project Management*, 23, pp. 141-149.