

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Felipe Bercito Sentieiro

**ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA PREVISÃO DO
CUSTO FINAL EM PROJETOS:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL**

**São Paulo
2015**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Felipe Bercito Sentieiro

**ANÁLISE E COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA PREVISÃO DO
CUSTO FINAL EM PROJETOS:
ESTUDO DE CASO DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de pós-
graduação *lato-sensu* em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Reynaldo de
Azevedo Cardoso**

**São Paulo
2015**

Catlogação-na-publicação

Sentieiro, Felipe

Análise e Comparação de Métodos para Previsão do Custo Final em Projetos: Estudo de Caso de em Edifício Comercial / F. Sentieiro -- São Paulo, 2015.

89 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Gerenciamento do Valor Agregado (GVA) 2.Métodos para previsão de custo final 3.Estimativa no Término (ENT) 4.Método manual (bottom-up) 5.Estudo de caso I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli Integra II.t.

RESUMO

Para garantir que um projeto seja executado de acordo com parâmetros pré-estabelecidos de prazo, custo e qualidade, alguns processos precisam ser desenvolvidos em paralelo à sua execução. Eles compõem o monitoramento e controle do projeto.

Um dos objetivos desses processos é a identificação de desvios de custo em relação ao orçamento inicial, de modo a permitir a projeção do custo final do projeto, com base na nova realidade.

Estimar o custo final de um projeto a partir de informações atuais, no entanto, não é tarefa simples. Os métodos existentes são muitos, e apresentam características e resultados bastante diversos.

Nesta monografia, dois destes métodos são aplicados a um projeto real: o gerenciamento de valor agregado (GVA), e um método manual, utilizado pela construtora responsável pelo projeto.

Durante o desenvolvimento, são fundamentados os conceitos teóricos do GVA, e caracterizadas as premissas que definem o método manual. Apresentam-se também os dados coletados, as adaptações necessárias, o passo a passo da aplicação dos métodos e os resultados obtidos.

Os métodos e seus resultados são comparados e comentados, e por fim são apresentadas as conclusões a respeito das vantagens e desvantagens de cada um para a previsão do custo final do estudo de caso, e de outros projetos em geral.

Palavras-chave: Gerenciamento do valor agregado (GVA). Métodos para previsão de custo final. Estimativa no término (ENT). Método manual (*bottom-up*). Estudo de caso.

ABSTRACT

In order to ensure that a project is implemented in accordance with pre-determined standards of time, cost and quality, some processes need to be applied in parallel with its execution. These processes are part of the project's control and monitoring.

One of the objectives of these processes is to identify cost deviations in relation to the original budget, in a way as to allow for a new projection of the final cost, based in the new reality.

To forecast the final cost of a project based on present information, however, is not an easy task. There are many methods to do so, and their characteristics and results vary significantly.

In this paper, two of such methods are applied to a real-life project: the earned value analysis (EVA), and a manual method, employed by the construction company responsible for the project.

During the development, theoretical concepts involved in the EVA method, as well as the principles that define the manual method are explored. The data collected, adaptations needed, the step by step of the methods and the results are presented as well.

The methods and their results are compared and commented, and then it is presented the conclusions about the strengths and weaknesses of each one in forecasting the final cost of case study, and other projects in general.

Keywords: Earned value analysis (EVA). Forecasting methods. Estimated at completion (EAC). Manual method (bottom-up). Case study.

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
SUMÁRIO	5
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo principal	12
1.2.2 Objetivos secundários	12
1.3 METODOLOGIA.....	12
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 INTRODUÇÃO	14
2.1.1 Projeto.....	14
2.1.2 Gerenciamento de projetos	14
2.1.3 Áreas de conhecimento e grupos de processo	15
2.1.4 Processo controlar os custos	17
2.2 GERENCIAMENTO DE VALOR AGREGADO	18
2.2.1 Origem	18
2.2.2 Conceito.....	18
2.2.3 Os três elementos básicos do GVA.....	19
2.2.4 Considerações a respeito da utilização do GVA	21
2.2.5 Medição de COTR e CRTR.....	22
2.2.6 Medindo o desempenho de um projeto.....	25
2.3 PREVISÕES DE CUSTO FINAL COM VALOR AGREGADO	27
2.3.1 Previsão de custo final.....	27
2.3.2 Terminologia	28
2.3.3 Índices para o cálculo de EPT.....	30
2.3.4 Índice de desempenho para término (IDPT)	33
2.3.5 Períodos a considerar no cálculo de IDC e IDP	34
2.3.6 Considerações finais sobre o cálculo de EPT	35

3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	36
3.1 PROJETO.....	36
3.2 INCORPORADORA	37
3.3 CONSTRUTORA.....	37
3.4 CONTRATO DE CONSTRUÇÃO.....	37
3.4.1 Condições Gerais	37
3.4.2 Escopo.....	38
3.4.3 Valor.....	40
3.5 PREVISÕES DE CUSTO FINAL.....	42
3.5.1 Responsabilidade	42
3.5.2 Periodicidade	43
3.5.3 Método.....	43
3.6 PRECISÃO DAS PREVISÕES DE CUSTO FINAL.....	45
3.6.1 Considerações e premissas	45
3.6.2 Resultados.....	48
4. APLICAÇÃO DO GVA AO ESTUDO DE CASO.....	50
4.1 CONSIDERAÇÕES E PREMISSAS	50
4.1.1 EAP.....	50
4.1.2 COTA.....	52
4.1.3 COTR.....	53
4.1.4 CRTR.....	53
4.2 RESULTADOS	56
4.2.1 Controle de desempenho	56
4.2.2 ENTs.....	59
5. ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	62
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DO GVA.....	62
5.1.1 Índice Constante.....	62
5.1.2 Índices de Prazo	63
5.1.3 Índices de Custo.....	64
5.1.4 Índices de Prazo e Custo.....	64
5.1.5 Análise dos melhores índices.....	65
5.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS.....	67
6. CONCLUSÕES	70
6.1 EFICÁCIA DO MÉTODO UTILIZADO NA OBRA	70
6.2 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO GVA	71

6.2.1 Impactos da adoção de premissas.....	71
6.2.2 Dificuldade no tratamento dos dados	74
6.2.3 Particularidade do projeto não atendida pelo GVA	75
6.2.4 Facilidade de cálculo	76
6.2.5 Conclusões	76
6.3 MÉTODO MANUAL X GVA.....	78
6.3.1 Método manual	78
6.3.2 GVA	79
6.3.3 Qual método utilizar?.....	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia utilizada nesta monografia	13
Figura 2 – Fases do ciclo de vida de um projeto (VARGAS, 2013).....	15
Figura 3 – Os 47 processos do gerenciamento de projetos (PMI, 2014)	16
Figura 4 – Processo controlar os custos (PMI, 2014).....	17
Figura 5 – Os três elementos do GVA (VARGAS, 2013)	20
Figura 6 – Métodos para medição de COTR (VARGAS, 2013).....	24
Figura 7 – Previsões com GVA (VARGAS, 2013).....	29
Figura 8 – Exemplo de IDPT (VARGAS, 2013).....	34
Figura 9 – Curva ABC do custo direto (ONT) do estudo de caso.....	41
Figura 10 – Estudo de caso: estrutura organizacional e organograma	42
Figura 11 – ENTs tratadas da obra	48
Figura 12 – Exemplo 1 de atribuição de peso financeiro ao planejamento	51
Figura 13 – Exemplo 2 de atribuição de peso financeiro ao planejamento	52
Figura 14 – Curva de COTA da obra.....	52
Figura 15 – Controle de desempenho da obra - Mês 4	57
Figura 16 – Controle de desempenho da obra - Mês 7	57
Figura 17 – Controle de desempenho da obra - Mês 12	57
Figura 18 – Controle de desempenho da obra - Mês 15	58
Figura 19 – Controle de desempenho da obra - Mês 19	58
Figura 20 – Controle de desempenho da obra - Mês 25	58
Figura 21 – Controle de desempenho da obra - Mês 32	59
Figura 22 – ENTs obtidas através de Índice Constante	60
Figura 23 – ENTs obtidas a partir de Índices de Prazo	60
Figura 24 – ENTs obtidas a partir de Índices de Custo	61

Figura 25 – ENTs obtidas a partir de Índices de prazo e custo.....	61
Figura 26 – Melhores ENTs obtidas	66
Figura 27 – Comparação entre os métodos para o cálculo de ENT	67
Figura 28 – Comparação da precisão dos métodos.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de cálculo de ENT feito na obra	44
Tabela 2 – Exemplo de tratamento de ENTs coletadas na obra	46
Tabela 3 – Adaptação da EAP de planejamento a EAP de orçamento da obra.....	51
Tabela 4 – Perfil das ENTs ao longo do tempo	86
Tabela 5 – Resumo da comparação entre os métodos GVA e Manual.....	87

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Durante o gerenciamento de um projeto, um dos processos mais importantes é o controle de custos. Através dele, é possível verificar se a evolução dos custos incorridos no projeto, até o momento da análise, está de acordo com o planejamento inicial. Mais do que isso, o controle de custos permite que seja feita uma previsão do custo final do projeto, partindo do desempenho atual verificado.

Esta previsão, quando corretamente calculada e interpretada, pode trazer uma série de benefícios não só para o próprio projeto, como também para a empresa responsável por sua execução, como por exemplo:

- Adoção de medidas preventivas e / ou corretivas no intuito de buscar a recuperação do projeto em relação ao planejamento inicial.
- Conhecimento prévio do resultado final (ou lucro) aproximado do projeto, apoiando tomadas de decisão em nível estratégico da empresa.

Apesar da importância destacada, alguns projetos costumam apresentar desvios significativos entre o custo final real e aquele indicado como tendência durante a fase de monitoramento e controle. Os motivos são diversos: equipe técnica reduzida, falhas de comunicação, falta de conhecimento ou de ferramentas adequadas, etc.

No intuito de evitar estes desvios, é necessário que profissionais que atuam com monitoramento e controle, e gestores em geral, conheçam os métodos existentes para a previsão do custo final, saibam como aplicá-los e como interpretar seus resultados. Assim serão capazes de escolher o método que melhor se adapta as características de cada projeto.

Esta monografia visa contribuir com essa necessidade, comparando as previsões de custo final obtidas através da aplicação de dois destes métodos, e analisando a precisão das mesmas em relação ao custo final real do projeto em estudo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal desta monografia é comparar, em um projeto específico (estudo de caso), os resultados obtidos através da aplicação de dois métodos distintos para a previsão de custo final, medindo a precisão destes resultados em relação ao custo final real já conhecido.

Um dos métodos é aquele que de fato foi utilizado durante a execução do projeto objeto de estudo, e que será detalhado durante a caracterização do estudo de caso.

O outro é o Gerenciamento do Valor Agregado, indicado pelo PMI (em seu guia PMBOK®) para a previsão de custo final, e que será objeto de estudo durante a fundamentação teórica.

1.2.2 Objetivos secundários

Além da comparação entre os métodos, objetivo principal desta monografia, outros objetivos também serão considerados, em uma escala menor de importância:

- Verificação da aderência das previsões de custo final, feitas durante a execução do projeto (estudo de caso), em relação ao custo final real, no intuito de concluir se o método utilizado foi satisfatório.
- Verificação da viabilidade de implantação do método do Gerenciamento do Valor Agregado para outros projetos, os quais possuam características semelhantes às do estudo de caso.

1.3 METODOLOGIA

Esta é uma monografia de estudo de caso, e para atingir os objetivos propostos, a metodologia utilizada pelo autor pode ser resumida conforme a Figura 1:

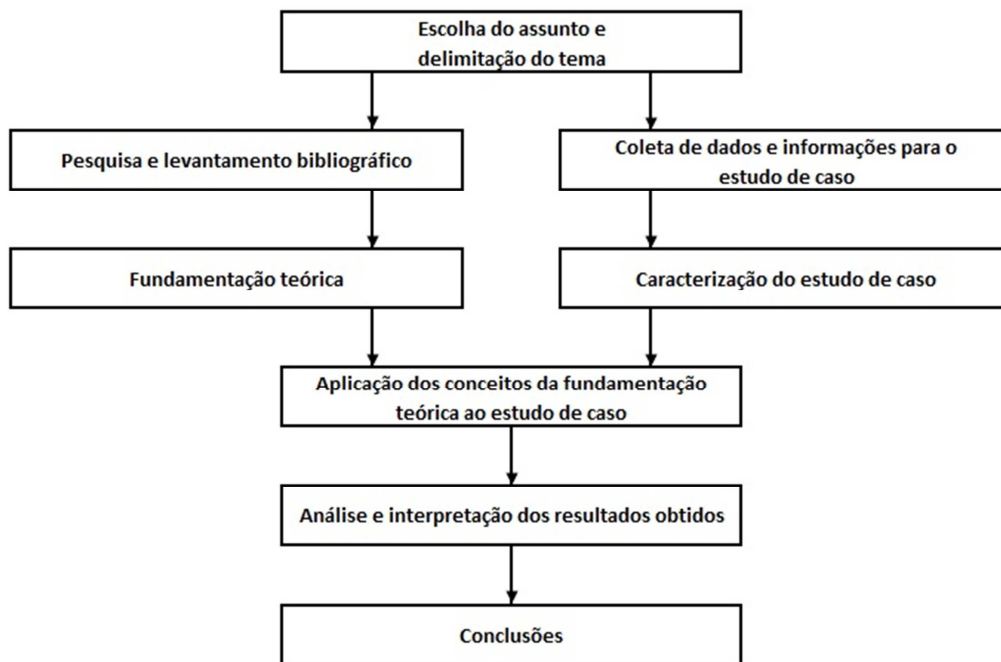


Figura 1 – Metodologia utilizada nesta monografia

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia é estruturada em sete capítulos.

Neste primeiro encontram-se os objetivos e justificativas do trabalho, assim como a metodologia utilizada no seu desenvolvimento.

O segundo capítulo apresenta os conceitos teóricos. De maneira geral, trata sobre como o Gerenciamento do Valor Agregado pode ser utilizado para previsões do custo final de um projeto.

O terceiro capítulo dedica-se ao estudo de caso. Nele são caracterizados: projeto, construtora, incorporadora, contrato, controle de custos e método utilizado para previsão de custo final. Também são apresentados os resultados obtidos com as previsões feitas ao longo do projeto, em comparação ao custo final real.

No quarto capítulo, o Gerenciamento de Valor Agregado é aplicado ao estudo de caso, e os resultados obtidos são comparados ao custo final real.

O quinto capítulo analisa e compara os resultados obtidos com ambos os métodos.

O sexto capítulo descreve quais foram as conclusões atingidas pela monografia, tanto em relação ao estudo de caso, quanto para outros projetos em geral.

O sétimo e último capítulo lista as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INTRODUÇÃO

Antes da apresentação dos conceitos de gerenciamento de valor agregado (GVA) que, posteriormente, serão aplicados ao estudo de caso, é importante introduzir as definições de algumas expressões utilizadas ao longo desta monografia.

Também é importante situar o GVA e as previsões de custo final dentro do modelo de gerenciamento de projetos proposto pelo PMI, o qual é aceito por gerentes de projeto ao redor de todo o mundo.

2.1.1 Projeto

O PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2014, p. 3) define projeto como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Ainda segundo o instituto, os projetos apresentam início e fim definidos, sendo que “o término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando [...] não serão ou não podem ser alcançados”

De maneira análoga, VARGAS (2013, p. 3) afirma que:

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

2.1.2 Gerenciamento de projetos

De acordo com o PMI (2014, p. 5), o gerenciamento de projetos compreende “a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos”.

Neste sentido, o instituto propõe, em seu guia PMBOK®, um modelo para o gerenciamento de projetos, considerando todos os processos necessários ao seu desenvolvimento. Os processos distribuem-se em cinco grupos, percorrendo dez áreas de conhecimento.

Este modelo pode ser aplicado a qualquer tipo de projeto, independentemente da complexidade, orçamento ou magnitude (VARGAS, 2013).

2.1.3 Áreas de conhecimento e grupos de processo

O gerenciamento de projetos, segundo o PMI, se dá através da aplicação e integração de 47 processos listados em seu guia PMBOK®, os quais são organizados em cinco grupos.

Os grupos se relacionam com as fases do ciclo de vida de um projeto, a saber:

- Iniciação: identificação das necessidades e definição dos objetivos, bem como das estratégias para alcançá-los.
- Planejamento: detalhamento das atividades no que diz respeito a prazos, custos, interdependência, utilização de recursos, etc.
- Execução: realização do trabalho planejado nas fases anteriores.
- Monitoramento e Controle: ocorre paralelamente as fases de planejamento e execução, e tem por objetivo a identificação de desvios e tendências, além da proposição de ações corretivas e/ou preventivas. Trata-se do grupo que engloba os conceitos mais importantes para o interesse desta monografia.
- Encerramento: compreende a finalização de todos os processos e a avaliação de erros ocorridos, objetivando a melhoria contínua.

Cada grupo demanda uma quantidade diferente de esforço, sendo este definido pela quantidade de pessoas envolvidas, pelo consumo de trabalho e de recursos financeiros (VARGAS, 2013).

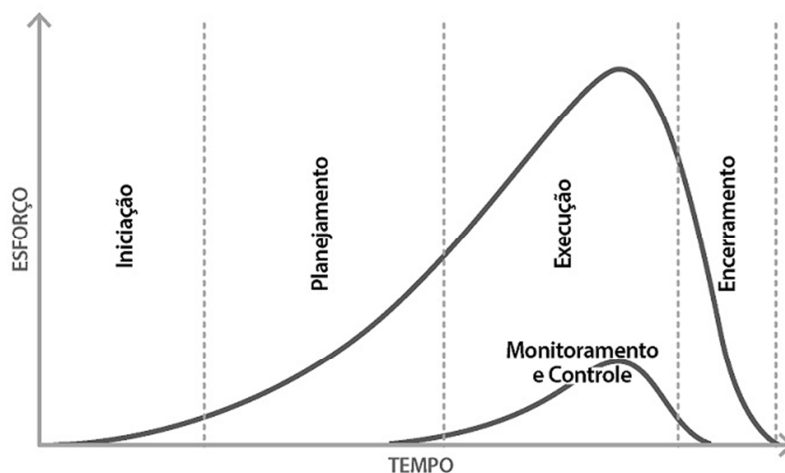


Figura 2 – Fases do ciclo de vida de um projeto (VARGAS, 2013)

Além dos grupos, os processos também se distribuem entre dez áreas de conhecimento: escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicação, riscos, aquisições, partes interessadas e integração.

A Figura 3 apresenta a distribuição dos processos entre os grupos e áreas de conhecimento citados.

Áreas de conhecimento	Grupos de processos de gerenciamento de projetos				
	Grupo de processos de iniciação	Grupo de processos de planejamento	Grupo de processos de execução	Grupo de processos de monitoramento e controle	Grupo de processos de encerramento
4. Gerenciamento da integração do projeto	4.1 Desenvolver o termo de abertura do projeto	4.2 Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto	4.3 Orientar e gerenciar o trabalho do projeto	4.4 Monitorar e controlar o trabalho do projeto 4.5 Realizar o controle integrado de mudanças	4.6 Encerrar o projeto ou fase
5. Gerenciamento do escopo do projeto		5.1 Planejar o gerenciamento do escopo 5.2 Coletar os requisitos 5.3 Definir o escopo 5.4 Criar a estrutura analítica do projeto (EAP)		5.5 Validar o escopo 5.6 Controlar o escopo	
6. Gerenciamento do tempo do projeto		6.1 Planejar o gerenciamento do cronograma 6.2 Definir as atividades 6.3 Sequenciar as atividades 6.4 Estimar os recursos das atividades 6.5 Estimar as durações das atividades 6.6 Desenvolver o cronograma		6.7 Controlar o cronograma	
7. Gerenciamento dos custos do projeto		7.1 Planejar o gerenciamento dos custos 7.2 Estimar os custos 7.3 Determinar o orçamento		7.4 Controlar os custos	
8. Gerenciamento da qualidade do projeto		8.1 Planejar o gerenciamento da qualidade	8.2 Realizar a garantia da qualidade	8.3 Controlar a qualidade	
9. Gerenciamento dos recursos humanos do projeto		9.1 Planejar o gerenciamento dos recursos humanos	9.2 Mobilizar a equipe do projeto 9.3 Desenvolver a equipe do projeto 9.4 Gerenciar a equipe do projeto		
10. Gerenciamento das comunicações do projeto		10.1 Planejar o gerenciamento das comunicações	10.2 Gerenciar as comunicações	10.3 Controlar as comunicações	
11. Gerenciamento dos riscos do projeto		11.1 Planejar o gerenciamento dos riscos 11.2 Identificar os riscos 11.3 Realizar a análise qualitativa dos riscos 11.4 Realizar a análise quantitativa dos riscos 11.5 Planejar as respostas aos riscos		11.6 Controlar os riscos	
12. Gerenciamento das aquisições do projeto		12.1 Planejar o gerenciamento das aquisições	12.2 Conduzir as aquisições	12.3 Controlar as aquisições	12.4 Encerrar as aquisições
13. Gerenciamento das partes interessadas no projeto	13.1 Identificar as partes interessadas	13.2 Planejar o gerenciamento das partes interessadas	13.3 Gerenciar o engajamento das partes interessadas	13.4 Controlar o engajamento das partes interessadas	

Figura 3 – Os 47 processos do gerenciamento de projetos (PMI, 2014)

Levando em consideração o objetivo desta monografia, é possível afirmar que o processo mais relevante é o de “controlar os custos”, em destaque na Figura 3. Este processo encontra-se inserido na área de conhecimento de “gerenciamento dos custos do projeto”, e faz parte do “grupo de processos de monitoramento e controle”.

2.1.4 Processo controlar os custos

O processo denominado “controlar os custos” tem como objetivo principal, de acordo com o PMI (2014, p. 215), “fornecer os meios de se reconhecer a variação do planejado a fim de tomar medidas corretivas e preventivas, minimizando assim o risco”.

Assim como todos os outros processos detalhados no PMBOK®, ele apresenta ferramentas e técnicas que transformam entradas em saídas, conforme o fluxograma da Figura 4:



Figura 4 – Processo controlar os custos (PMI, 2014)

É possível observar que a previsão de custos é uma das saídas do processo de controle de custos, originada através da aplicação do gerenciamento de valor agregado como ferramenta de transformação das entradas listadas.

Situam-se assim o gerenciamento de valor agregado e a previsão de custo final dentro do contexto do gerenciamento de projetos, segundo o modelo do PMI.

Entender o GVA, e os meios de aplicá-lo como ferramenta para obtenção das previsões de custo final, será o tema principal desta fundamentação teórica.

2.2 GERENCIAMENTO DE VALOR AGREGADO

2.2.1 Origem

De acordo com VARGAS (2013), o valor agregado originou-se em 1967, no Departamento de Defesa Americano (DOD), como ferramenta para controle e administração de custos e riscos de grandes projetos.

A partir de então, o método evoluiu e passou por diversas transformações até ser padronizado, em 1998, pela American National Standard Institute (ANSI), através da ANSI/EIA 748.

Hoje o método é indicado pelo PMI como ferramenta de monitoramento e controle, e por essa razão é adotado em escala global, em todos os tipos e portes de projeto.

2.2.2 Conceito

“Gerenciamento do valor agregado (GVA) é uma metodologia que combina escopo, cronograma e medições de recursos para avaliar o desempenho e progresso do projeto” (PMI, 2014, p. 217)

Em outras palavras, o GVA é uma ferramenta que mede e compara o trabalho e o gasto reais, até o momento da análise, com o que estava planejado de acordo com uma linha de base pré-estabelecida, na qual o valor do orçamento distribui-se no tempo de acordo com o cronograma.

Suponha-se, como exemplo, que o gasto real de um projeto, medido em determinado período, está acima daquilo que estava planejado inicialmente para este mesmo período. O GVA permite que o gestor avalie se isto está ocorrendo porque o projeto está gastando mais para fazer uma quantidade igual ou inferior de trabalho, ou porque está realizando uma quantidade de trabalho superior àquela planejada inicialmente para o período da medição.

2.2.3 Os três elementos básicos do GVA¹

O gerenciamento de valor agregado consiste na análise e comparação de três variáveis principais, que serão apresentadas a seguir.

2.2.3.1 Custo orçado do trabalho agendado (COTA²)

A variável COTA, também chamada de valor planejado (VP), é a linha de base do projeto. Basicamente, representa a distribuição das tarefas planejadas e seus respectivos custos orçados ao longo do tempo, de acordo com o cronograma previsto.

Sua curva permanece inalterada ao longo do desenvolvimento do projeto, e é distribuída acumuladamente da data inicial, onde apresenta o valor zero, até a data final, onde atinge o valor orçado total, ou orçamento no término (ONT).

O valor de COTA, medido em uma determinada data de referência, representa aquilo que deveria ter sido gasto, considerando o orçamento e o cronograma (MATTOS, 2010).

2.2.3.2 Custo orçado do trabalho realizado (COTR³)

Também reconhecida pelo PMI como valor agregado (VA), esta variável mede o trabalho que realmente foi concluído até a data de referência, considerando os custos do orçamento inicial.

Em outras palavras, representa o valor que deveria ter sido gasto até o momento da medição, caso as tarefas consideradas como concluídas não tivessem apresentado qualquer desvio de custo em relação à previsão inicial (MATTOS, 2010).

A medição de COTR também é feita de maneira acumulada a partir da data inicial. No entanto, seus valores distribuem-se somente até a data de referência.

¹ Os principais conceitos deste tópico foram baseados em VARGAS (2013). Demais autores serão indicados, quando necessário.

² Na literatura de língua inglesa, esta variável é denominada *BCWS (Budget Cost of Work Scheduled)*.

³ Em inglês: *BCWP (Budget Cost of Work Performed)*.

Caso COTR seja inferior à COTA, o projeto estará atrasado em relação ao planejamento inicial (e vice-versa). Esta conclusão é possível porque as quantidades de trabalho de ambas as variáveis são multiplicadas pelo mesmo custo orçado.

2.2.3.3 Custo real do trabalho realizado (CRTR⁴)

Esta variável, também denominada de custo real (CR), retrata os custos que realmente incorreram no projeto até a data de medição. Segundo o PMI (2014, p. 218), representa “o custo total incorrido na execução do trabalho que o VA mediu”.

Assim como COTR, CRTR também é medida acumuladamente da data inicial até a data de *status*⁵.

Caso CRTR seja superior à COTR, o projeto estará consumindo mais recursos para concluir o mesmo trabalho (e vice-versa). Esta conclusão é possível porque os custos de ambas as variáveis são multiplicados pela mesma quantidade de trabalho realizado.

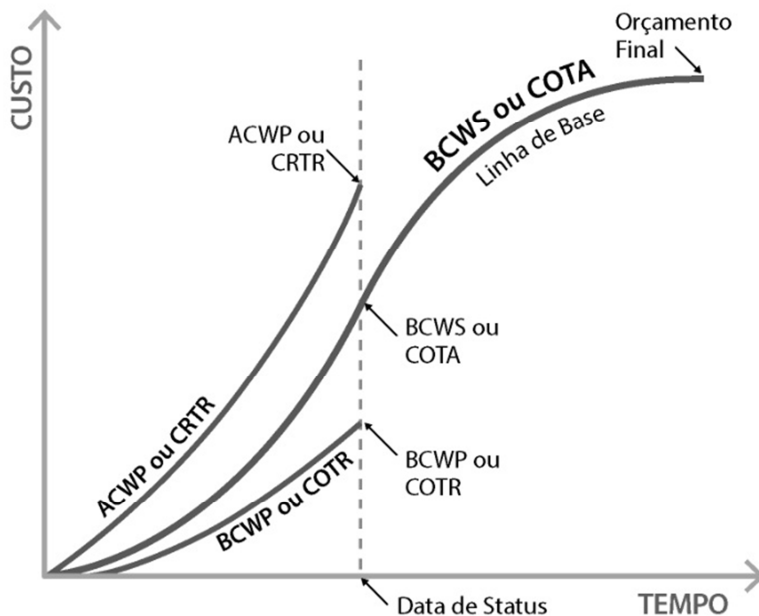


Figura 5 – Os três elementos do GVA (VARGAS, 2013)

⁴ Em inglês: *ACWP (Actual Cost of Work Performed)*.

⁵ Termo utilizado para representar a situação do projeto em uma determinada data de referência.

2.2.4 Considerações a respeito da utilização do GVA

Uma vez que toda a metodologia do GVA, que ainda será apresentada, baseia-se nos três elementos principais expostos acima, é indispensável que o projeto analisado apresente as condições básicas para o correto cálculo de cada um deles.

A seguir, serão apresentadas algumas premissas que devem ser consideradas, no início do projeto, para que o GVA seja viável como ferramenta de avaliação de desempenho durante a execução do mesmo.

2.2.4.1 Escopo

O gerenciamento do escopo de um projeto é uma das áreas de conhecimento do modelo proposto pelo PMI (conforme visto anteriormente na Figura 3). Um de seus processos, que ocorre ainda na fase de planejamento, consiste na criação da estrutura analítica do projeto (EAP).

A EAP pode ser definida como a decomposição hierárquica de uma série de elementos orientados a entrega, os quais definem o escopo total. Conceitualmente, trabalhos não previstos na EAP estarão fora do escopo do projeto (PMI, 2014).

Os elementos orientados a entrega são chamados de pacotes de trabalho. Estes compõem o nível mais baixo da EAP, onde os custos e prazos são estimados, monitorados e controlados. Quanto maior a quantidade de pacotes de trabalho, maior será a precisão do controle, mas também serão maiores os esforços para o gerenciamento do projeto (MATTOS, 2010).

No intuito de minimizar estes esforços, é prática comum o monitoramento de um grupo de pacotes semelhantes através de uma única célula resumo, denominada *Cost Account Plan (CAP)* (VARGAS, 2013).

A definição, ainda na fase de planejamento, de uma EAP que considere todo o escopo a ser entregue, detalhado em um número de CAPs que possibilite o monitoramento e controle eficaz, definirá o grau de sucesso do emprego do GVA para análise de desempenho do projeto. Caso o escopo não seja corretamente definido, a utilização do GVA pode se tornar inviável (MEREDITH, 1995, apud VARGAS, 2013).

Faz-se necessário salientar que o escopo a controlar deve ser o inicial. Possíveis escopos adicionais devem ser controlados em separado, considerando novos prazos e custos. (FLEMING; KOPPELMAN, 1999, apud VARGAS, 2013).

2.2.4.2 Cronograma

Definida a EAP, é importante que o cronograma do projeto seja elaborado na mesma estruturação, ou de alguma forma semelhante, desde que seja possível identificar facilmente a distribuição das atividades, dos pacotes de trabalho e dos CAPs ao longo do tempo.

2.2.4.3 Orçamento

De maneira análoga ao cronograma, o orçamento deve distribuir todos os custos previstos para a conclusão do projeto, seguindo a mesma estruturação da EAP, ou alguma estrutura semelhante que permita destacar corretamente o custo previsto para cada CAP.

2.2.4.4 Linha de base

Considerando que a EAP foi definida de modo a contemplar todo o escopo do projeto, e que o cronograma e o orçamento foram distribuídos de acordo com esta mesma estruturação, torna-se muito mais fácil a determinação da linha de base do projeto, ou seja, da curva dos custos orçados do trabalho agendado (COTA).

2.2.4.5 Monitoramento e Controle

Uma vez que o cronograma e o orçamento foram detalhados conforme os CAPs que serão controlados, o simples apontamento do grau de conclusão de cada CAP irá gerar o valor do custo orçado do trabalho realizado (COTR).

2.2.5 Medição de COTR e CRTR

2.2.5.1 Medição de COTR

Para determinar o valor agregado (COTR) de um projeto em uma data de *status*, é necessário apontar quais CAPs já foram concluídos (total ou parcialmente) até esta data.

Existem diferentes métodos para este apontamento, os quais podem ser resumidos em sete principais (FLEMING; KOPPELMAN, 1999, apud VARGAS, 2013):

- Marcos com valores ponderados: o grau de conclusão do CAP é medido de acordo com dois ou mais marcos que definem entregas parciais do trabalho. Os marcos apresentam custos específicos que, quando somados, totalizam o custo do CAP.
- Fórmula fixa por CAP: mede-se um percentual no início e outro na conclusão do CAP, totalizando 100% dos custos. As fórmulas mais utilizadas são 25/75, 50/50 e 75/25 (%).
- Percentual completo: é atribuído ao CAP um percentual de conclusão de zero a 100%, de acordo com os trabalhos já realizados em relação ao total previsto.
- Percentual completo com marcos de controle: o CAP é controlado de acordo com seu percentual completo, porém são inseridos marcos de controle referentes a entregas facilmente identificáveis, no intuito de evitar que os percentuais adotados distorçam o real grau de conclusão do CAP.
- Unidades equivalentes: considera-se o custo total do CAP como uma composição de quantidade x custo unitário, e o grau de conclusão do CAP depende da quantidade de unidades concluída até o momento da análise.
- CAPs com características compartilhadas: utiliza-se quando o percentual de conclusão de um CAP pode ser considerado igual ao de outro semelhante, utilizado como referência.
- Nível de esforço: refere-se aos trabalhos indiretos realizados no projeto. Em geral é tratado em um CAP independente, o qual pode ser desconsiderado na aplicação do GVA.

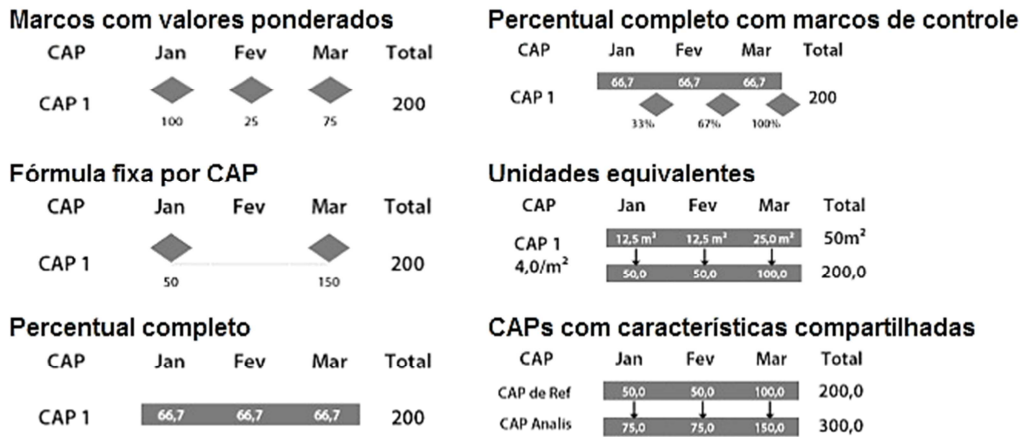


Figura 6 – Métodos para medição de COTR (VARGAS, 2013)

Para MATTOS (2010), o modelo de marcos com valores ponderados (ou *milestones*) é o mais indicado para pacotes de trabalho compostos por várias atividades.

Já VARGAS (2013, p. 40) observa que:

O modelo de percentual completo é popular devido a sua facilidade de adoção, apesar de sua subjetividade. Já o modelo de unidades equivalentes é amplamente empregado em projetos que envolvam atividades repetitivas contabilizadas através de seu custo unitário.

2.2.5.2 Medição de CRTR⁶

O valor de CRTR, em uma determinada data de *status*, deve refletir os custos vinculados ao trabalho que realmente foi concluído até esta data. Com isto, faz-se necessário que o cálculo leve em consideração algumas situações, como por exemplo:

- Adiantamento: um pagamento realizado antecipadamente à execução de um serviço não pode ser incorporado ao valor de CRTR, uma vez que o custo incorrido não está vinculado a nenhum trabalho realizado.
- Estoque: trata-se de materiais que foram adquiridos, mas que ainda não foram utilizados na execução dos respectivos serviços. Os custos decorrentes destas aquisições não devem compor o valor de CRTR, uma vez que o trabalho ainda não foi realizado.

⁶ Tópico baseado em VARGAS (2013).

- Fluxo de caixa: é comum observar, em uma determinada data de *status*, que alguns dos serviços já realizados ainda não foram pagos. Estes custos, ainda que não incorridos, devem ser considerados no valor de CRTR, uma vez que estão vinculados a um trabalho já realizado.
- Custos indiretos: referem-se ao nível de esforço. Sendo assim, estes custos devem ser computados no cálculo de CRTR somente se o trabalho a eles vinculado também for medido e considerado na totalização do valor de COTR. Caso o gestor opte por não aplicar o GVA ao nível de esforço (situação mais comum), os custos indiretos devem ser desconsiderados.

Sendo assim, o valor de CRTR deve ser obtido através de “uma revisão das entradas contabilizadas no período, de modo a selecionar os custos que foram diretamente agregados às atividades” (WIDEMAN, 1999, apud VARGAS, 2013, p. 43).

2.2.6 Medindo o desempenho de um projeto

Nos tópicos anteriores foram apresentados os três principais elementos no gerenciamento de valor agregado: COTA, COTR e CRTR.

Também foram discutidas as principais considerações que um gestor deve fazer, ainda na fase de planejamento do projeto, no intuito de obter a curva de COTA e de viabilizar a aplicação do GVA como ferramenta de monitoramento e controle.

Por fim, foram explorados os métodos para o cálculo de COTR e as considerações que devem ser feitas para a obtenção de CRTR.

Sendo assim, estão estabelecidas as bases para que seja possível apresentar as relações entre os elementos, as quais possibilitam a medição de desempenho de um projeto em uma determinada data de *status*.

2.2.6.1 Variação de custos (VC⁷)

“É a diferença entre quanto deveria ter custado aquilo que foi executado e quanto realmente custou” (MATTOS, 2010, p. 357).

$$VC = COTR - CRTR$$

Sabendo que os dois elementos consideram a quantidade de trabalho que foi realizado até a data de *status*, a fórmula verifica se este trabalho está gastando mais ou menos do que o orçado. Se o resultado for positivo, significa que o trabalho está gastando menos que o previsto. Caso contrário, o projeto está gastando mais que o previsto para realizar uma mesma quantidade de trabalho.

2.2.6.2 Índice de desempenho de prazos (IDP⁸)

O índice de desempenho de prazos representa o percentual do valor agregado em relação ao valor previsto (MATTOS, 2010).

$$IDP = \frac{COTR}{COTA}$$

Em outras palavras, o IDP indica a eficiência obtida pelo projeto na transformação de valor previsto em valor agregado (VARGAS, 2013).

Considerando que ambas as variáveis consideram o custo orçado, a diferença entre elas fica por conta do trabalho (realizado ou agendado). Com isso, pode-se dizer que:

- Se o índice for menor que 1, o trabalho realizado foi inferior ao previsto.
- Se for igual a 1, o desenvolvimento do trabalho está seguindo o ritmo esperado.
- Caso seja maior que 1, o projeto terá realizado mais trabalho do que o agendado inicialmente.

⁷ Em inglês: *CV (Cost Variance)*.

⁸ Em inglês: *SPI (Schedule Performance Index)*.

2.2.6.3 Índice de desempenho de custos (IDC⁹)

O IDC mede a eficiência na utilização dos recursos orçados, ou o desempenho do trabalho executado em relação aos custos previstos. É considerado, geralmente, o indicador mais crítico do GVA (PMI, 2014).

$$IDC = \frac{COTR}{CRTR}$$

De acordo com MATTOS (2010), este índice representa a eficiência do projeto na conversão de custos reais em valor agregado.

Sabendo que as duas variáveis levam em consideração o trabalho realizado, o que as faz diferir entre si é o custo (orçado ou real). Sendo assim, podemos afirmar que:

- Se o índice for menor que 1, o trabalho realizado gastou mais que o previsto.
- Se for igual a 1, o trabalho realizado consumiu recursos conforme esperado.
- Caso seja maior que 1, o projeto terá consumido menos recursos que o previsto para realizar o trabalho medido.

2.3 PREVISÕES DE CUSTO FINAL COM VALOR AGREGADO

2.3.1 Previsão de custo final

Conforme visto anteriormente na Figura 4, a previsão de custo final é uma das saídas do processo de controle de custos, detalhado no modelo de gerenciamento de projetos sugerido pelo PMI.

Também conforme a figura, foi possível observar que uma das ferramentas utilizadas para a obtenção desta previsão é o GVA.

Nos tópicos anteriores, viu-se como o GVA pode ser utilizado para medir o desempenho de um projeto em uma determinada data de *status*. Agora será possível apresentar de que modo este desempenho pode ser extrapolado para o final do projeto, no intuito de se obter uma previsão do custo final do mesmo.

⁹ Em inglês: *CPI (Cost Performance Index)*.

2.3.2 Terminologia¹⁰

2.3.2.1 Estimativa no término (ENT¹¹)

Prever o custo final de um projeto é calcular uma estimativa no término (ENT), a qual pode ser igual, inferior ou superior ao orçamento no término (ONT¹²).

As ENTs são obtidas, de maneira geral, pela soma do custo real do trabalho realizado (CRTR) com uma estimativa para terminar (EPT¹³) o trabalho restante (PMI, 2014).

$$ENT = CRTR + EPT$$

2.3.2.2 Variação no término (VNT¹⁴)

A diferença entre o orçamento no término e a estimativa no término é chamada de variação no término.

$$VNT = ONT - ENT$$

Se a variação for positiva, o projeto tende a ter um custo final menor do que o originalmente previsto (e vice-versa).

¹⁰ Tópico baseado em VARGAS (2013).

¹¹ Em inglês: *EAC (Estimated at Completion)*.

¹² Em inglês: *BAC (Budget at Completion)*.

¹³ Em inglês: *ETC (Estimated to Complete)*.

¹⁴ Em inglês: *VAC (Variation at Completion)*.

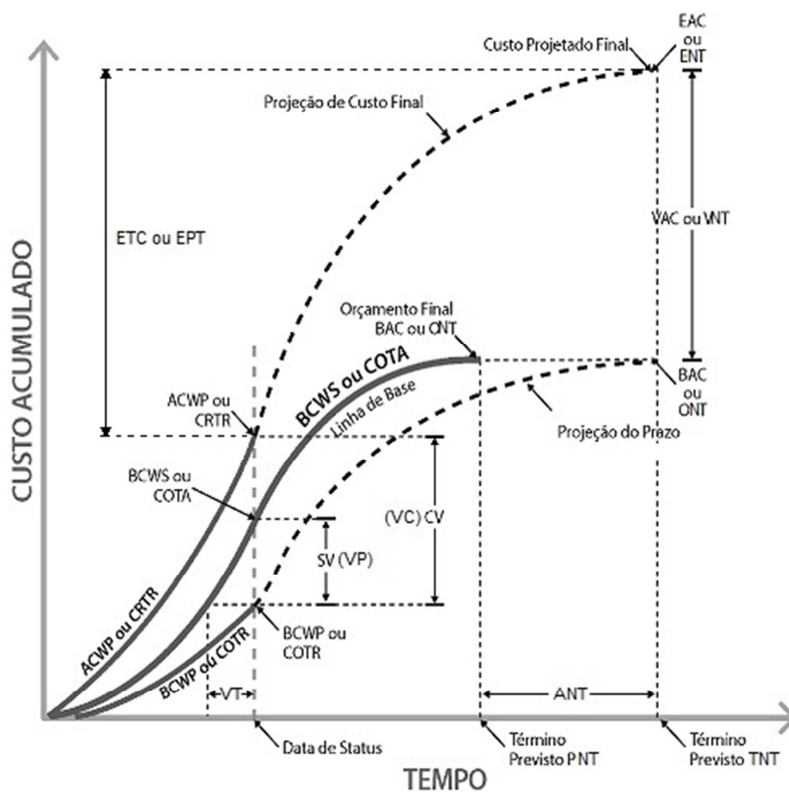


Figura 7 – Previsões com GVA (VARGAS, 2013)

2.3.2.3 Estimativa para terminar (EPT)

Vimos que a estimativa no término depende de duas variáveis: CRTR e EPT. Sabendo que o custo real pode ser obtido através das considerações já apresentadas no item 2.2.5.2, pode-se dizer que o cálculo de EPT configura o foco principal para a previsão do custo final de um projeto.

De maneira genérica, a estimativa para terminar pode ser expressa como:

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{Índice}$$

A fórmula apresenta, em seu numerador, o trabalho que falta ser executado (ONT – COTR). E em seu denominador, o desempenho esperado na realização deste trabalho.

Um índice menor que 1 indicará que o trabalho restante seguirá um desempenho inferior ao previsto inicialmente, e então o custo deste trabalho a realizar será maior que o previsto em orçamento (e vice-versa).

O índice a utilizar na fórmula deverá ser avaliado a partir de alguns fatores, como por exemplo: fase em que o projeto se encontra (início, meio, fim); tipo de cenário que se deseja obter (pessimista, realista, otimista); experiência pessoal do gestor, etc.

2.3.3 Índices para o cálculo de EPT¹⁵

2.3.3.1 Índice de desvio constante

Utilizar o índice de desvio constante, na fórmula do cálculo de EPT, significa assumir que o trabalho restante será executado de acordo com os custos orçados. Considera-se, assim, que os possíveis desvios medidos até a data de *status* foram atípicos, não representando uma tendência futura.

Com isso, o índice a utilizar será 1, e o desvio de custo do trabalho restante será zero.

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{1}$$

Portanto, é possível concluir que o desvio total de custo entre ENT e ONT será igual a diferença medida entre CRTR e COTR na data de *status*.

Por considerar que o desempenho futuro do projeto será exatamente igual ao previsto, independentemente da realidade observada na data de *status*, a estimativa para terminar calculada através deste índice é chamada de otimista.

2.3.3.2 Índice de desempenho de custos (IDC)

Quando o índice utilizado é o IDC, o gestor assume que o trabalho remanescente será executado conforme o padrão de custos verificado até o momento (MATTOS, 2010).

Com isso, o desempenho de custos medido, até a data de *status*, passa a ser extrapolado como tendência para a realização do trabalho restante.

¹⁵ Os principais conceitos deste tópico foram baseados em VARGAS (2013). Demais autores serão indicados, quando necessário.

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{IDC}$$

A estimativa para terminar calculada desta maneira é conhecida como realista, uma vez que os valores de IDC são, usualmente, inferiores a 1.

É importante observar, no entanto, que nos períodos iniciais do projeto, o índice de custos possui uma tendência natural de apresentar valores muito próximos à unidade, principalmente porque:

- Muito pouco trabalho foi realizado. Há poucos CAPs em execução, diminuindo as chances de ocorrer desvio de custo.
- O intervalo de tempo entre o orçamento e a efetivação dos custos é pequeno, fazendo com que o custo real fique, normalmente, próximo ao orçado.

Para estes períodos, portanto, a utilização de IDC tende a resultar em estimativas pouco realistas.

2.3.3.3 Índice de desempenho de prazos (IDP)

Utilizar o índice de prazos, para o cálculo de EPT, representa assumir que o trabalho remanescente consumirá recursos com a mesma eficiência que transforma valor previsto em valor agregado.

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{IDP}$$

Contudo, vale a pena destacar que, nos períodos finais do projeto, o índice de prazos tende a ser muito próximo de 1, já que COTR se aproxima de COTA, até que ambas se igualem na medição final.

Sendo assim, as estimativas para terminar calculadas através de IDP serão, nos períodos finais, praticamente iguais àquelas obtidas através do índice de desvio constante que, conforme já visto, são consideradas otimistas.

2.3.3.4 Índice de prazo e custo (IPC)

A adoção de IPC representa que ambos os índices, de prazo (IDP) e custo (IDC), irão influenciar o desempenho futuro do projeto.

“Esse procedimento visa captar uma tendência humana natural de recuperar o atraso perdido, e essa tentativa significa consumir mais recursos para realizar o mesmo trabalho anteriormente planejado” (VARGAS, 2013, p. 47)

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{IDP \times IDC}$$

Sabendo que IDP e IDC são, de maneira geral, inferiores a 1, podemos concluir que a utilização deste índice costuma gerar estimativas pessimistas.

2.3.3.5 Índice composto

O índice composto é uma variação do IPC, uma vez que atribui pesos diferentes para os índices de prazo e custo, dependendo da fase do projeto. O objetivo é evitar a distorção dos resultados obtidos nas fases iniciais (em que o IDC normalmente está próximo de 1) e finais do projeto (nas quais o IDP tende a se igualar a 1).

$$EPT = \frac{ONT - COTR}{w1 \times IDP + w2 \times IDC}$$

$$\text{onde: } w1 + w2 = 1$$

$$w1 = (1 - T) \text{ e } w2 = T, \text{ sendo } T = \textit{percentual completo do projeto}$$

Observa-se que o fator multiplicador de IDP ($w1$) diminui à medida que o projeto avança, de modo a reduzir a influência do índice de prazos sobre as projeções feitas durante as fases finais do projeto.

De maneira oposta, o fator multiplicador de IDC ($w2$) começa próximo de zero, e vai aumentando conforme o desenvolvimento do projeto. O intuito é diminuir a influência do índice de custos sobre as projeções feitas durante os períodos iniciais.

2.3.4 Índice de desempenho para término (IDPT¹⁶)

Trata-se do índice de desempenho de custos que o projeto deve obter, a partir da data de *status*, para recuperar os desvios observados até então, de maneira a atingir um objetivo pré-definido ao final do projeto. O objetivo a atingir pode ser o próprio orçamento no término (ONT) ou o último valor de estimativa no término (ENT) aceito pela gerência do projeto (PMI, 2014).

De maneira genérica:

$$IDPT = \frac{\textit{Trabalho Restante}}{\textit{Capital Restante}}$$

$$\textit{onde Trabalho Restante} = ONT - COTR$$

Caso o objetivo que se deseje alcançar seja o ONT, tem-se que:

$$\textit{Capital Restante}_{ONT} = ONT - CRTR$$

Caso ONT já tenha sido substituído por uma ENT aprovada, a fórmula será:

$$\textit{Capital Restante}_{ENT} = ENT - CRTR$$

Suponha-se, como exemplo, que um determinado projeto já esteja com 50% de seu avanço físico, e apresente IDC igual a 0,5.

Se o objetivo a atingir é o ONT, o IDPT do trabalho remanescente deverá ser igual a 1,5, de modo a recuperar a perda ocorrida na primeira metade do projeto, e atingir IDC = 1 ao final do mesmo (VARGAS, 2013).

¹⁶ Em inglês: *TCPI (To Complete Performance Index)*.

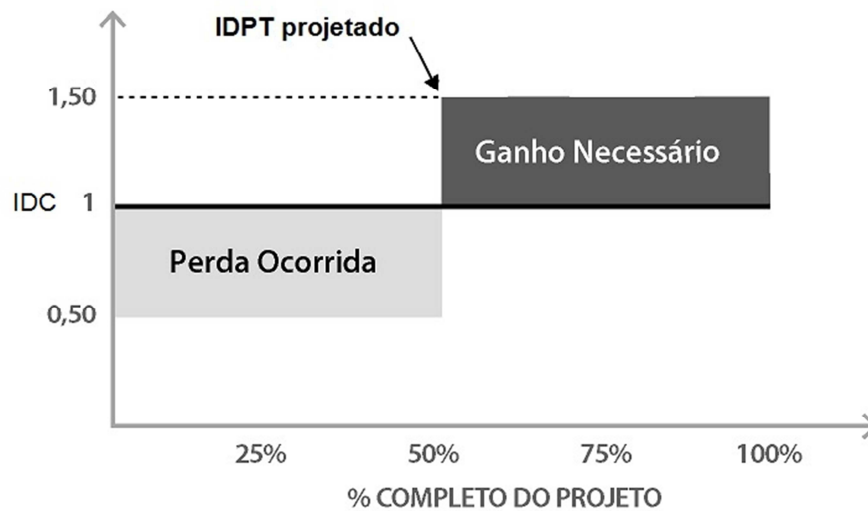


Figura 8 – Exemplo de IDPT (VARGAS, 2013)

2.3.5 Períodos a considerar no cálculo de IDC e IDP¹⁷

Viu-se que EPT pode ser obtido através de vários índices diferentes, sendo basicamente: índice constante, IDP, IDC, ou combinações entre eles.

No entanto, em uma data de *status*, podemos calcular os valores de IDP e IDC de várias maneiras, que diferem entre si basicamente pela quantidade considerada de períodos anteriores.

2.3.5.1 Índice acumulado

É o índice mais comum, que é calculado a partir dos valores acumulados de COTA, COTR e CRTR até a data de *status*.

$$IDP_c = \frac{COTR_c}{COTA_c} \qquad IDC_c = \frac{COTR_c}{CRTR_c}$$

2.3.5.2 Índice mais recente

É aquele que considera somente os valores medidos no período analisado: quanto deveria ter sido o valor agregado no período; quanto se agregou de valor no período; quanto se gastou no período.

¹⁷ Tópico baseado em VARGAS (2013).

$$IDP_M = \frac{COTR_M}{COTA_M} \qquad IDC_M = \frac{COTR_M}{CRTR_M}$$

2.3.5.3 Índice médio A

Calculado a partir do somatório dos valores individuais (não cumulativos) de COTA, COTR e CRTR, considerando x períodos anteriores à data de *status*. O cálculo pode ser feito, por exemplo, com os últimos 3 (x = 3) ou 6 (x = 6) meses de um projeto cujo desempenho é medido mensalmente.

$$IDP_x = \frac{\sum COTR_x}{\sum COTA_x} \qquad IDC_x = \frac{\sum COTR_x}{\sum CRTR_x}$$

2.3.5.4 Índice médio B

Neste caso, considera-se a média de IDP_M e IDC_M , medidos nos últimos x períodos.

$$IDP_x = \frac{\sum IDP_M}{X} \qquad IDC_x = \frac{\sum IDC_M}{X}$$

2.3.6 Considerações finais sobre o cálculo de EPT

Considerando a quantidade de índices, e as diferentes maneiras de calculá-los, são muitas as formas de se obter a estimativa para terminar (EPT). Durante o estudo de caso serão adotados alguns destes índices, no intuito de avaliar quais geram os resultados mais próximos do real, de acordo com cada uma das fases do projeto.

3. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.1 PROJETO

O projeto que servirá como objeto de estudo desta monografia, doravante denominado por “obra”, apresentava as seguintes características:

- Localização: Itaim Bibi, São Paulo, SP, Brasil
- Finalidade: edifício comercial
- Área de terreno: 10.300 m²
- Área construída: 45.900 m²
- Área locável: 24.000 m²
- Volume de concreto: 18.500 m³
- Volume de escavação: 103.000 m³
- Área de fachada: 8.100 m²
- Elevadores: 16
- Capacidade de energia: 3.000 KVA
- Certificação ambiental: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), categoria Gold

Em relação às soluções técnicas adotadas, as principais foram:

- Contenções: parede diafragma e tirantes
- Fundações: blocos e sapatas
- Estrutura: concreto armado, concreto protendido e estrutura metálica
- Fachada: esquadrias de alumínio e vidros (sistema unitizado)

3.2 INCORPORADORA

A incorporação da obra em estudo foi de responsabilidade de uma empresa multinacional, que atua como proprietária, desenvolvedora e operadora de empreendimentos de alto padrão para uso misto em todo o mundo.

Fundada há mais de três décadas, acumula um portfólio de mais de 350 projetos, distribuídos em 11 países, num total de 11,6 milhões de metros quadrados construídos.

No Brasil, possui projetos nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília.

3.3 CONSTRUTORA

A construção foi de responsabilidade de uma empresa brasileira, subsidiária de um grupo internacional, que atua como prestadora de serviços de engenharia e construção nos mercados industrial, de edificações e de infraestrutura.

Fundada há quase cinco décadas, possui um portfólio com aproximadamente 500 obras executadas e mais de 7 milhões de metros quadrados construídos.

3.4 CONTRATO DE CONSTRUÇÃO

3.4.1 Condições Gerais

Para a execução da obra, a empresa incorporadora contratou a empresa construtora através do modelo de PMG (Preço Máximo Garantido).

O preço final, acordado entre as partes no momento da assinatura do contrato, e reajustável ao longo do projeto, deveria ser garantido pela construtora como sendo o aporte máximo da incorporadora para a execução da obra, de acordo com os projetos fornecidos por esta, e considerando o escopo acordado naquele momento.

Caso o preço máximo fosse ultrapassado, a construtora assumiria os custos excedentes com seus próprios recursos. Caso houvesse economia, esta seria dividida entre incorporadora e construtora, de acordo com percentuais pré-estabelecidos.

O prazo acordado entre as partes também deveria ser garantido pela construtora, e o atraso implicaria em multa diária de acordo com um percentual pré-definido sobre o valor total do contrato.

Como remuneração, a construtora teria direito a receber uma taxa de administração pré-fixada sobre os valores desembolsados pela incorporadora durante a obra, além de um valor global para pagamento de sua mão de obra própria (indireta e operacional) alocada no projeto.

3.4.2 Escopo

De maneira geral, o escopo considerado previa a construção completa do *Core & Shell* do edifício, sendo o *Core* a estrutura central (composta pelos poços de elevadores, caixas de escada e áreas comuns), e o *Shell* a fachada. Sendo assim, não foram contratados junto a construtora os serviços de *fitting out* do edifício, como por exemplo: piso elevado, forro modular, móveis e decorações das áreas locáveis, etc.

Com isso, faziam parte do escopo acordado entre as partes:

- Serviços preliminares
- Contenções
- Escavações
- Fundações
- Estrutura
- Impermeabilização e isolamento
- Fechamentos internos e externos
- Revestimentos de paredes
- Revestimentos de pisos
- Revestimentos de fachada
- Esquadrias de alumínio e vidros
- Acabamentos de piso
- Acabamentos de parede

- Forros e painéis
- Esquadrias metálicas
- Esquadrias de madeira
- Louças, metais e bancadas
- Pintura
- Elevadores
- Instalações elétricas
- Instalações hidráulicas
- Automação
- Ar condicionado, exaustão, pressurização
- Pavimentação e paisagismo
- Comunicação visual e sinalização
- Limpeza
- Serviços complementares
- Estoque para reposição

Além destes itens, considerados como custos diretos, também faziam parte do escopo do contrato custos indiretos que incluíam: remuneração da construtora com equipe e taxa de administração, impostos, contingências, custos com canteiro e instalações provisórias, proteções coletivas, equipamentos de transporte horizontal e vertical, remoção de entulho, portaria e vigilância, contas de consumo, controle tecnológico, entre outros.

No entanto, conforme visto anteriormente no item 2.2.5.2, esses custos indiretos referem-se ao nível de esforço do projeto que, por uma opção do gestor, pode ser desconsiderado durante a aplicação do GVA.

Sendo assim, durante o estudo de caso desta monografia, o foco será mantido no controle e previsão dos custos diretos do projeto, desconsiderando os itens referentes ao nível de esforço.

3.4.3 Valor

Por conta do sigilo empresarial não será possível, ao longo desta monografia, apresentar o valor do contrato ou o valor final da obra.

Sendo assim o orçamento, o controle e as previsões de custos serão tratados, durante todo o estudo de caso, por meio de percentuais. Estes terão como base o valor acordado para os custos diretos da obra, que a partir deste momento serão denominados de ONT (orçamento no término).

Considerando esta premissa, e no intuito de caracterizar a distribuição do ONT, apresenta-se na Figura 9 a curva ABC da obra, ou seja, a classificação ordenada dos custos previstos para cada um dos itens do orçamento, do maior para o menor.

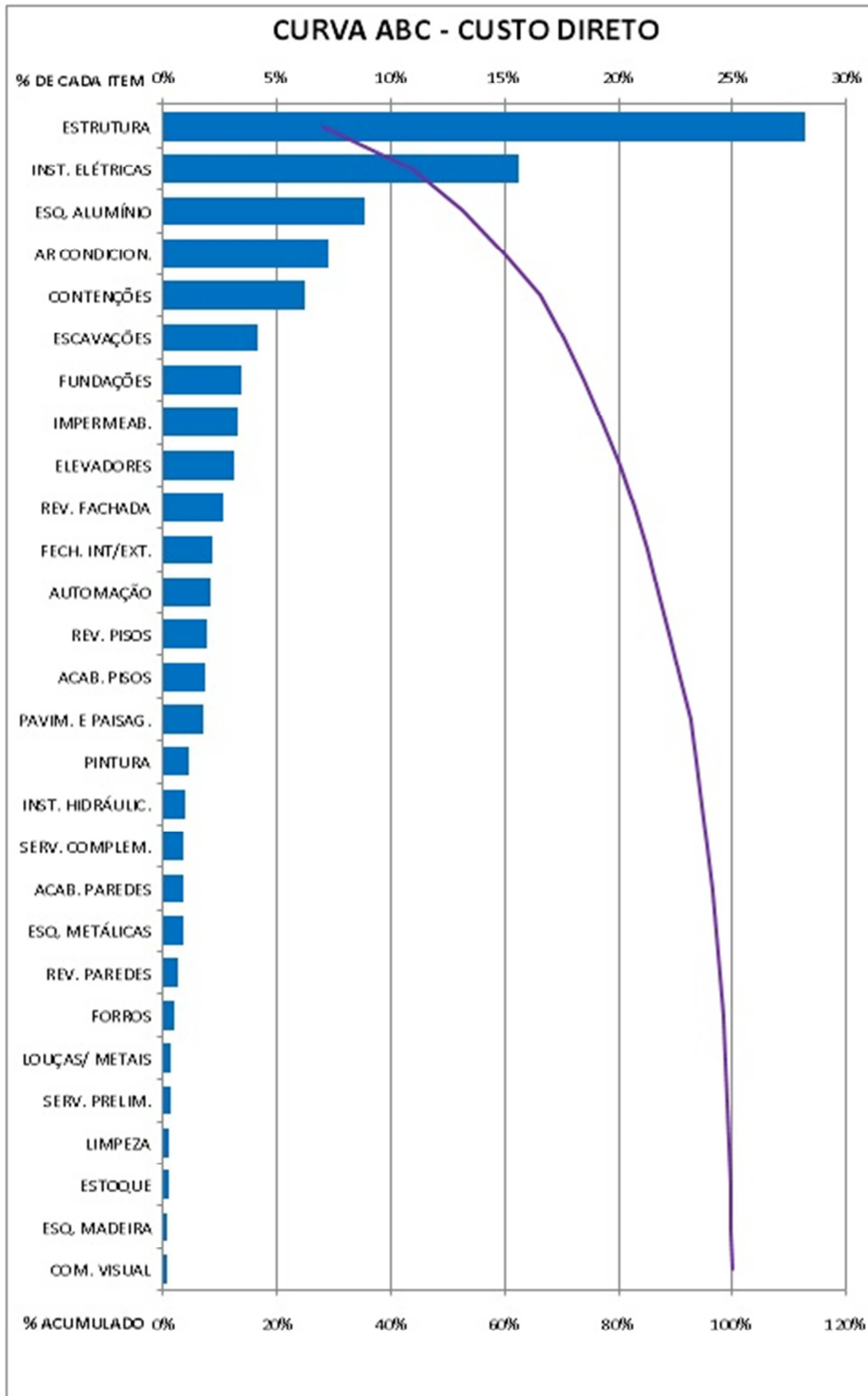


Figura 9 – Curva ABC do custo direto (ONT) do estudo de caso

3.5 PREVISÕES DE CUSTO FINAL

3.5.1 Responsabilidade

A construtora possui uma estrutura organizacional descentralizada, fazendo com que cada projeto seja tratado como uma unidade de negócio independente.

Cada unidade fica sob a responsabilidade de um gerente exclusivo, que tem autonomia para tomar decisões pertinentes ao desenvolvimento do projeto, e abaixo do qual distribuem-se times com responsabilidades diversas.

Sendo assim, pode-se resumir a estrutura organizacional da empresa construtora, e o organograma da obra estudada, de acordo com a Figura 10.

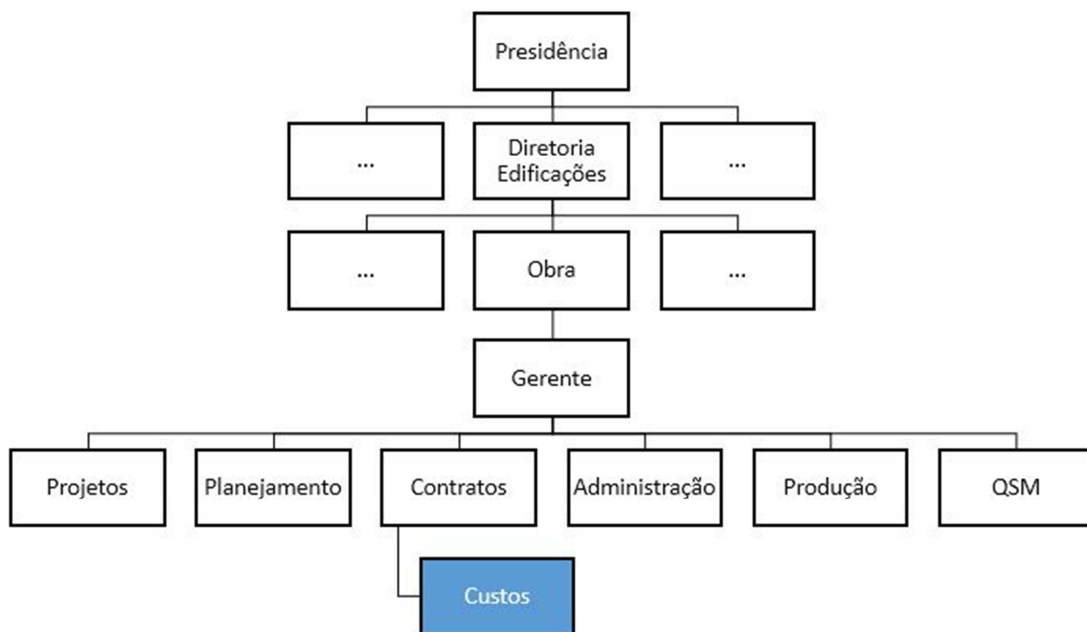


Figura 10 – Estudo de caso: estrutura organizacional e organograma

Observa-se que a equipe da obra era dividida em seis times, todos eles reportando suas atividades para o gerente. Cada um dos times era responsável por determinadas atividades, as quais relacionavam-se com as áreas de conhecimento do gerenciamento de um projeto, conforme visto no item 2.1.3.

Sendo assim, enquanto o time de planejamento exercia atividades de gerenciamento de tempo e escopo do projeto, o time de contratos percorria as áreas de custos, escopo, riscos e aquisições.

Uma vez responsável pelo gerenciamento dos custos, o time de contratos era designado a controlar os custos do projeto e, conseqüentemente, obter as previsões de custo final do mesmo.

3.5.2 Periodicidade

As previsões de custo eram calculadas pelo time de contratos mensalmente. Após o cálculo, as informações eram disponibilizadas para avaliação e aprovação do gerente da unidade de negócio. A partir de então, as previsões eram encaminhadas para a diretoria de edificações da empresa construtora, e também para a incorporadora.

3.5.3 Método

Apesar de não seguir um modelo teórico específico para o cálculo das previsões de custo final, o método utilizado pelo time de contratos era semelhante ao *bottom-up*.

3.5.3.1 Método *bottom-up*

Consiste em estimar, em uma determinada data, quanto ainda será necessário gastar para a conclusão de cada um dos pacotes de trabalho (ou CAPs) que compõem o projeto.

Em outras palavras, trata-se do cálculo de um novo orçamento para o trabalho remanescente, sem qualquer vinculação com previsões anteriores (MATTOS, 2010).

As estimativas são feitas manualmente, com base na experiência e conhecimento do controlador ou gestor. Para isto, é preciso que estejam disponíveis os valores de custo incorrido e de trabalho realizado, ambos acumulados até a data de referência, e devidamente distribuídos entre os pacotes de trabalho (ou CAPs).

A soma das estimativas para conclusão de cada um dos pacotes de trabalho (ou CAPs) gera uma estimativa para terminar, denominada EPT *bottom-up*, que então é somada ao custo real, totalizando a estimativa no término (ENT).

Analogamente ao que vimos no item 2.3.2.1, o método pode ser resumido por:

$$ENT = CRTR + EPT_{bottom-up} \text{ (PMI, 2014)}$$

3.5.3.2 Bottom-up x estudo de caso

Apesar de semelhante, o método aplicado para estimar o custo final da obra estudada apresentava uma diferença fundamental em relação ao *bottom-up*: ao invés de levar em conta os valores já gastos e os valores a gastar, o time de contratos somava os valores já contratados (comprometidos) e a contratar (a comprometer).

Sendo assim, considerava-se que tudo aquilo que já estava contratado seria consumido ao final da obra, mesmo que ainda não estivesse incorrido no momento da análise.

No entanto, esta consideração abria a possibilidade de ocorrência de uma exceção: a redução de escopo. Com isto, o método previa que, além de estimar os valores a comprometer, também era necessário prever quanto do que havia sido comprometido não seria gasto ao final da obra, ou seja, quanto haveria de redução de escopo para cada uma das contratações firmadas.

As estimativas para as reduções de escopo e para os valores a comprometer, assim como no método *bottom-up*, também eram feitas manualmente, CAP por CAP, a partir da experiência e conhecimento do controlador e do gerente da obra.

De maneira genérica, o método para a previsão do custo final, empregado na obra estudada, pode ser resumido da seguinte forma:

$$ENT = \text{Comprometido} - \text{Reduções de Escopo} + A \text{ Comprometer}$$

Para entender melhor como o método era aplicado, apresenta-se a seguir um exemplo:

EXEMPLO DE CÁLCULO DE ENT - MÊS 23				
CAP DE CONTROLE	COMPROMETIDO	REDUÇÕES DE ESCOPO	A COMPROMETER	ENT
	PERCENTUAIS EM RELAÇÃO AO ONT			
SERVIÇOS PRELIMINARES	0,31%	0,00%	0,00%	0,31%
CONTENÇÕES	5,75%	-0,01%	0,00%	5,74%
ESCAVAÇÕES	4,52%	-0,01%	0,14%	4,65%
FUNDAÇÕES	3,39%	-0,02%	0,00%	3,37%
ESTRUTURA	33,02%	-0,30%	0,16%	32,88%

Tabela 1 – Exemplo de cálculo de ENT feito na obra

Verifica-se que a estrutura, no mês 23, apresentava os seguintes dados:

- 33,02% do ONT em valores comprometidos (certos).
- 0,30% do ONT em reduções de escopo (estimadas).
- 0,16% do ONT em valores a comprometer (estimados).

Sendo assim, a ENT para a estrutura foi calculada, naquele momento, como:

$$ENT_{Estrutura (\%ONT)} = 33,02\% - 0,30\% + 0,16\% = 32,88\%$$

É sabido, ainda, que o percentual inicial do CAP de Estrutura em relação ao ONT era de 28,16% (conforme Figura 9).

Com isso pode-se concluir que, no mês 23, a estimativa calculada indicava que o CAP de Estrutura seria responsável por um custo adicional de 4,72% ao ONT.

3.6 PRECISÃO DAS PREVISÕES DE CUSTO FINAL

3.6.1 Considerações e premissas

Antes de apresentar as estimativas para o custo final da obra, calculadas mensalmente durante o desenvolvimento do projeto, é importante destacar algumas premissas que foram adotadas para adaptação dos dados coletados ao interesse desta monografia.

3.6.1.1 Adicionais

Durante o andamento da obra, alguns projetos e especificações foram alterados pelo cliente, resultando em aumento do escopo inicialmente contratado junto a construtora.

De maneira geral, os adicionais apresentados pela construtora eram compostos por custos diretos, acrescidos de contingência e taxa de administração, de acordo com os percentuais previstos no contrato inicial. Quando o escopo adicional impactava em aumento de prazo, havia também acréscimo de equipe indireta.

No entanto, os custos adicionais com contingência, taxa de administração e equipe indireta compunham o nível de esforço do projeto, que conforme já mencionado anteriormente, será desconsiderado neste estudo.

Somando apenas os custos diretos, o aumento no valor inicialmente acordado foi de, aproximadamente, 3,7%.

É importante observar que os valores adicionais apresentados para os custos diretos já eram baseados em orçamentos reais (e não em estimativas), de modo que o desvio entre o valor aprovado e aquele efetivamente gasto para a realização de um determinado escopo adicional era, quase sempre, insignificante.

Uma vez que um adicional era aprovado pelo cliente, este passava a compor um novo valor de contrato, e também a ser acrescido às previsões de custo final feitas a partir daquele momento.

Sendo assim, diferentemente daquilo que seria o ideal para este estudo de caso, os adicionais não eram controlados separadamente do escopo original. Por esta razão, os dados coletados das estimativas de custo final tiveram de ser tratados, de acordo com as seguintes premissas:

- Adotou-se que o desvio entre os valores aprovados e aqueles que foram previstos e gastos para a execução dos escopos adicionais foi nulo, justificado no fato de os adicionais já contemplarem orçamentos reais, e não estimativas.
- Do valor previsto para o custo final da obra coletado em um determinado mês, foram debitados todos os valores adicionais que já estavam aprovados até aquele momento, no intuito de manter apenas a estimativa para a conclusão do escopo originalmente contratado.

Para exemplificar as premissas acima, foram coletados os seguintes dados:

MÊS	PERCENTUAIS EM RELAÇÃO AO ORÇAMENTO APROVADO (ONT)		
	ENT COLETADA	ADICIONAIS APROVADOS	ENT TRATADA
21	104,11%	1,36%	102,76%
24	104,54%	2,19%	102,35%
27	104,18%	3,18%	100,99%

Tabela 2 – Exemplo de tratamento de ENTs coletadas na obra

Vê-se, no mês 21, que a estimativa era de que o custo final da obra ficasse 4,11% superior ao ONT. No entanto, neste momento já haviam adicionais aprovados que somavam 1,36% do valor do contrato inicial. Sendo assim, debitou-se da ENT

coletada o valor integral dos adicionais aprovados até aquele momento, assumindo desvio nulo entre o valor aprovado e o real, e resultando numa ENT tratada (contemplando apenas o escopo inicial) de 102,76% do valor de ONT.

3.6.1.2 Reajuste

Conforme mencionado anteriormente, o contrato entre incorporadora e construtora previa que o valor originalmente acordado era passível de reajuste.

O modo como este reajuste era feito, e quais os índices eram utilizados para tal, não serão discutidos nesta monografia. No entanto, é importante mencionar que:

- O reajuste era feito no intuito de determinar o valor máximo que a construtora poderia gastar com a realização da obra, sem que tivesse que assumir por custos adicionais através de seus próprios recursos. Considerando apenas os custos diretos, e excluindo-se os adicionais aprovados, o reajuste do ONT original ao longo da obra foi de, aproximadamente, 4,6%.
- Apesar de o valor de ONT ser reajustado ao longo do projeto, todos os demais fatores eram controlados de acordo com seus valores históricos: totais comprometidos e a comprometer, gastos e a gastar, etc.
- A princípio, o reajuste do contrato não deveria influenciar no cálculo das ENTs, uma vez que as mesmas eram obtidas pela soma de itens comprometidos e a comprometer, descontando as reduções de escopo. No entanto, quando havia poucas informações sobre quais seriam os valores a comprometer com determinados serviços, assumia-se como estimativa o valor orçado reajustado. Sendo assim, o reajuste acabou influenciando algumas estimativas, principalmente aquelas calculadas nos períodos iniciais, quando as informações a respeito de contratações ainda eram muito escassas.
- Os valores coletados para as ENTs são todos históricos, e sempre comparados ao valor do orçamento inicial, sem reajuste. Sendo assim, quando uma ENT for apresentada com o valor de 101% do ONT, por exemplo, não significa necessariamente que a estimativa para o custo final da obra tivesse ultrapassado o valor acordado com o cliente, uma vez que o reajuste foi desconsiderado.

3.6.2 Resultados

Com base nas considerações e premissas expostas acima, apresentam-se a seguir os valores de ENT calculados durante a obra, os quais foram tratados para esta monografia.

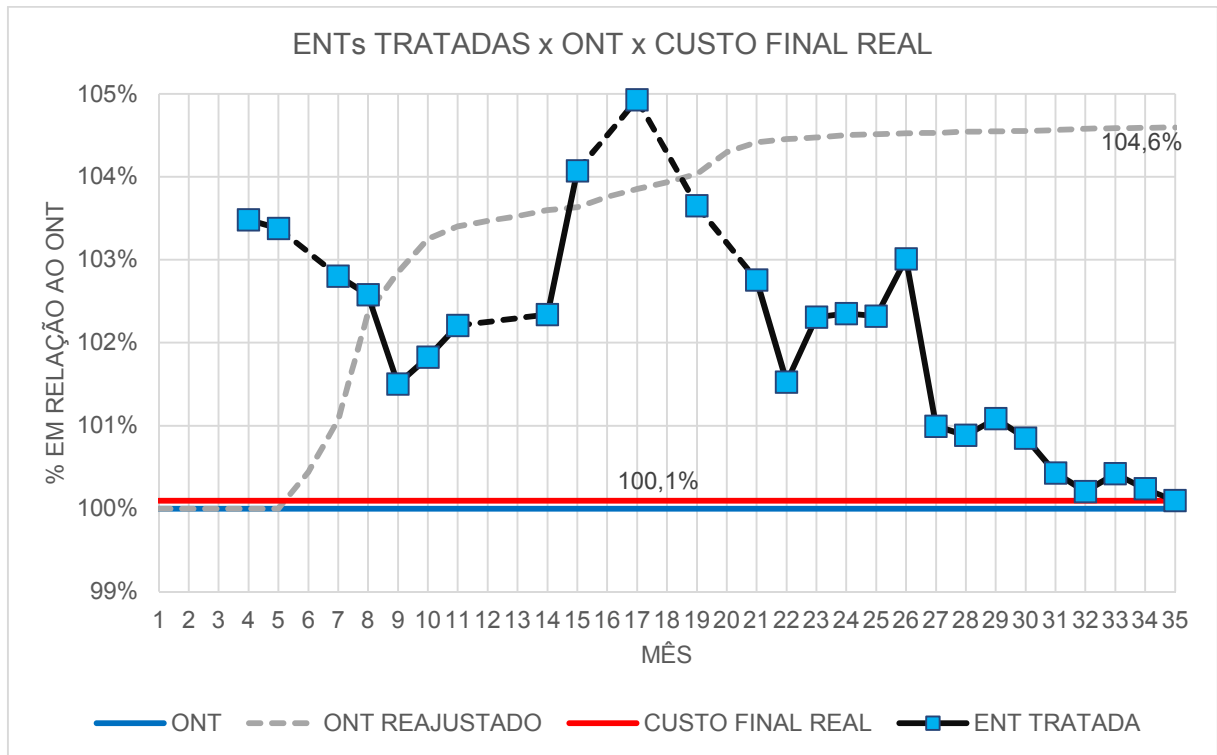


Figura 11 – ENTs tratadas da obra

A partir do gráfico obtido, pode-se observar que:

- Os custos diretos incorreram durante um período de 35 meses. A primeira ENT, no entanto, foi calculada apenas no mês 4, e a partir de então mensalmente até o final do projeto.
- Excepcionalmente nos meses 6, 12, 13, 16, 18 e 20, o cálculo não foi feito. Para esses meses, foi adotada ENT com variação linear entre os valores anterior e posterior.
- O custo final real da obra foi de 100,1% do ONT. Isso significa que, somados todos os custos incorridos, em valores históricos, e descontando aqueles que incorreram por conta da execução de escopos complementares (com a premissa de desvio nulo entre os valores aprovados e gastos), o custo para a realização do projeto foi 0,1% superior ao orçamento inicial, sem reajuste.

- Apesar de superior em relação ao ONT, o custo final real foi inferior ao ONT reajustado, que terminou 4,6% acima do valor inicial. Isto permitiu que fosse reconhecida economia na realização do projeto.
- As ENTs tratadas ficaram sempre no intervalo entre 100% e 105% do ONT. Além disso, dos 26 valores disponíveis para análise, 20 se situaram entre os valores de ONT e ONT reajustado.
- Apesar de os valores tratados de ENT terem sofrido variações relativamente grandes entre os meses, é possível observar uma tendência de diminuição das estimativas, principalmente a partir do 19º mês.
- Do 27º mês em diante, nota-se uma convergência significativa entre os valores estimados e o custo final real, com variação máxima de 1% no período. Esta convergência demonstra que, nos meses finais do projeto, o grau de incerteza sobre o custo final diminuiu consideravelmente, uma vez que as contratações já estavam, quase todas, sacramentadas.

4. APLICAÇÃO DO GVA AO ESTUDO DE CASO

4.1 CONSIDERAÇÕES E PREMISAS

Antes de apresentar os resultados obtidos a partir da aplicação do GVA ao estudo de caso, é importante demonstrar quais foram as considerações e premissas adotadas para adaptar os dados coletados da obra ao interesse desta monografia.

4.1.1 EAP

A EAP utilizada para o acompanhamento físico dos serviços da obra, diferentemente do que seria o ideal para a aplicação do GVA, não estava estruturada da mesma maneira que a EAP do orçamento.

Sendo assim, para que fosse possível utilizar os dados coletados, fez-se necessário distribuir pesos financeiros a cada um dos itens cujos avanços físicos eram controlados.

Esta distribuição foi feita com base em adaptações da composição do orçamento, resultando na Tabela 3:

ADAPTAÇÃO DA EAP DE PLANEJAMENTO A EAP DO ORÇAMENTO			
EAP ORÇAMENTO		EAP PLANEJAMENTO - PESOS ATRIBUÍDOS	
CAP	% DO CAP	SERVIÇO	% DO SERVIÇO
SERV. PRELIM.	0,36%	MOBILIZAÇÃO INICIAL	0,11%
CONTENÇÕES	6,24%	LIMPEZA DO TERRENO	0,24%
ESCAVAÇÕES	4,16%	LOCAÇÃO PAREDE DIAFRAGMA	0,00%
FUNDAÇÕES	3,46%	MURETA GUIA	0,12%
ESTRUTURA	28,16%	LAMELAS DA PAREDE DIAFRAGMA	3,49%
IMPERMEAB.	3,31%	ESCAVAÇÕES	4,16%
FECH. INT/EXT.	2,18%	TIRANTES	2,62%
REV. PAREDES	0,62%	SAPATAS	3,46%
REV. PISOS	1,92%	LASTRO DE PISO	0,92%
REV. FACHADA	2,61%	ESTRUTURA	23,37%
ESQ. ALUMÍNIO	8,88%	ESTRUTURA METÁLICA	4,79%
ACAB. PISOS	1,87%	INSTALAÇÃO DA FACHADA	8,88%
ACAB. PAREDES	0,90%	ELEVADORES	3,11%
FORROS	0,47%	ALVENARIAS	1,98%
ESQ. METÁLICAS	0,87%	IMPERMEABILIZAÇÃO	3,31%
ESQ. MADEIRA	0,19%	REVESTIMENTO DE PAREDES	4,12%
LOUÇAS/ METAIS	0,36%	REVESTIMENTOS DE TETO	0,47%
PINTURA	1,12%	REVESTIMENTOS DE PISO	3,08%
ELEVADORES	3,11%	ESQUADRIAS E DIVISÓRIAS	1,26%
INST. ELÉTRICAS	15,64%	PINTURA	1,12%
INST. HIDRÁULIC.	0,95%	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	15,17%

AUTOMAÇÃO	2,05%	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	1,29%
AR CONDICION.	7,27%	AR CONDICIONADO / AUTOMAÇÃO	9,04%
PAVIM. E PAISAG.	1,74%	PAVIMENTAÇÕES E PAISAGISMO	2,65%
COM. VISUAL	0,17%	LIMPEZA	0,45%
LIMPEZA	0,28%	CHECK LIST E COMISSIONAMENTO	0,78%
SERV. COMPLEM.	0,91%	TOTAL	100,00%
ESTOQUE	0,21%		
TOTAL	100,00%		

Tabela 3 – Adaptação da EAP de planejamento a EAP de orçamento da obra

Vê-se que a EAP do orçamento previa 28 CAPs, enquanto que o planejamento controlava os avanços físicos de acordo com 26 grupos de serviço. Em alguns casos, um mesmo CAP era controlado separadamente em diferentes grupos de serviço. Em outros, um grupo de serviço reunia dois ou mais CAPs.

No caso da Estrutura, por exemplo: no orçamento, seus custos reuniam-se em um único CAP de controle, o qual representava 28,16% do total. Já no planejamento, os avanços físicos eram controlados em dois grupos diferentes, sendo um a estrutura de concreto e o outro a estrutura metálica. No entanto, pela composição aberta do orçamento, sabe-se que a estrutura metálica representava 17% do CAP Estrutura, enquanto que a estrutura de concreto completava os demais 83%. Sendo assim, os pesos financeiros do planejamento foram adotados conforme a Figura 12:

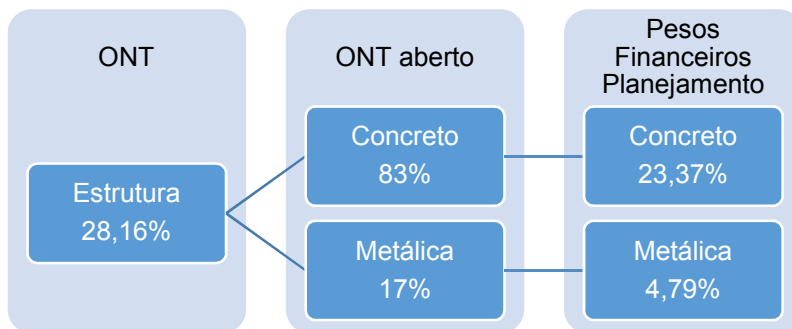


Figura 12 – Exemplo 1 de atribuição de peso financeiro ao planejamento

Um outro exemplo refere-se aos revestimentos e acabamentos de parede. Enquanto no orçamento havia a abertura de 3 CAPs diferentes (revestimentos de fachada, revestimentos de parede e acabamentos de parede), no planejamento havia apenas um (revestimentos de parede). Os pesos financeiros do planejamento foram, então, adotados conforme a Figura 13:

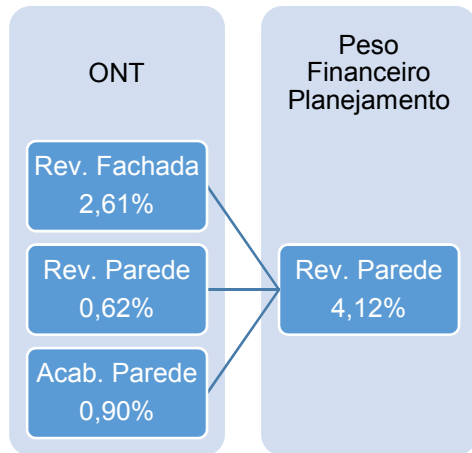


Figura 13 – Exemplo 2 de atribuição de peso financeiro ao planejamento

Adaptações como estas foram feitas em vários dos itens controlados pelo planejamento, e a partir de então foi possível obter a distribuição de pesos financeiros demonstrada na Tabela 3, a qual foi utilizada para a obtenção dos valores de COTA e COTR, conforme os percentuais de avanço físico previstos e realizados mensalmente.

4.1.2 COTA

Sabendo que eram conhecidos os percentuais de conclusão que os serviços deveriam obter mensalmente (a partir do cronograma contratual), e que os pesos financeiros foram obtidos de acordo com as premissas adotadas no item anterior, foi possível definir a curva de COTA da obra, de acordo com a Figura 14:

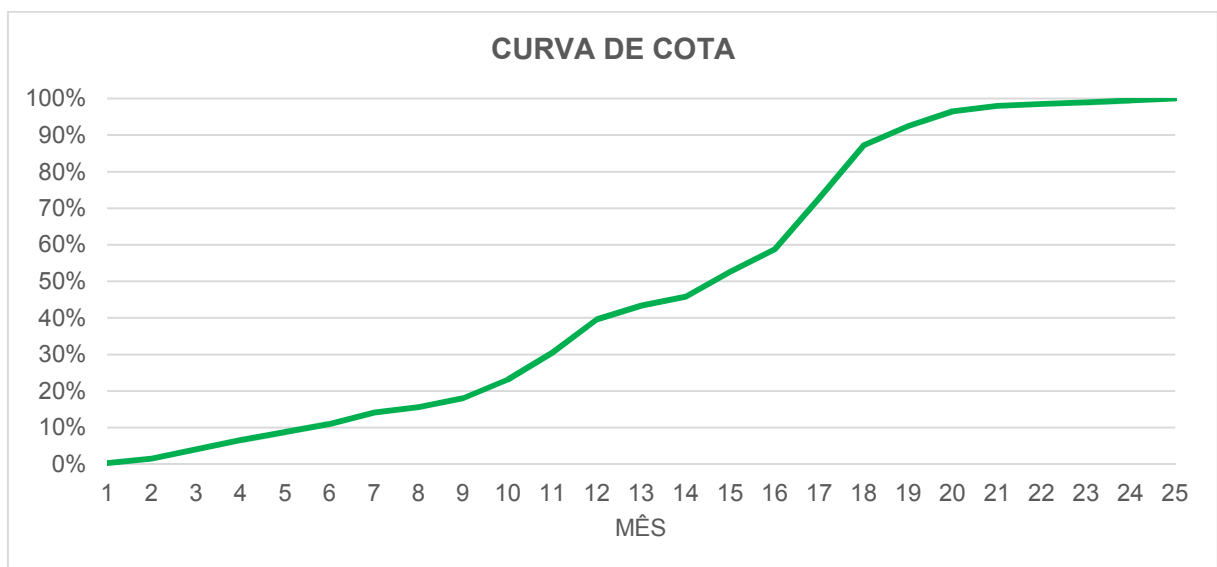


Figura 14 – Curva de COTA da obra

Sendo assim, é possível observar que a obra estava prevista para ser executada em 25 meses, e que foram considerados alguns períodos de maior aceleração, refletindo principalmente o recebimento e instalação de equipamentos de grande peso financeiro, como por exemplo geradores e torre de resfriamento.

4.1.3 COTR

Os avanços físicos de cada um dos grupos de serviço eram medidos mensalmente, de acordo com o método de percentual completo descrito anteriormente no item 2.2.5.1. Multiplicando estes percentuais pelos pesos financeiros obtidos a partir das considerações feitas no item 4.1.1, foi possível obter o valor de COTR para cada um dos meses de análise do projeto.

É importante observar que o acompanhamento físico dos itens adicionais era feito separadamente do escopo original, e que os percentuais coletados e utilizados nesta monografia contemplavam apenas os itens previstos no ONT.

Os valores da curva de COTR serão demonstrados posteriormente, durante a apresentação dos resultados.

4.1.4 CRTR

Para melhor entender como foram calculados os custos reais incorridos mensalmente, ao longo da obra, é preciso introduzir alguns conceitos adotados pela empresa construtora, e também apresentar quais foram as premissas adotadas para adaptar estes conceitos ao interesse desta monografia.

4.1.4.1 Controle de custos

Durante o projeto, a equipe de contratos controlou separadamente dois tipos de custo:

- Custos da construtora: aquilo que a construtora desembolsou durante a execução da obra. Estes custos resumiam-se, basicamente, aos valores gastos por ela com a própria mão de obra e com outras despesas indiretas. O controle destes custos não será tratado nesta monografia.

- Custos da incorporadora: valores gastos pela incorporadora para a realização da obra em si, englobando os custos diretos (que serão objeto do estudo desta monografia) e o nível de esforço (que, conforme já visto, serão desconsiderados).

Na empresa construtora, os custos da incorporadora eram tratados como “produção”, enquanto os valores a gastar eram denominados de “backlog”, sendo este último a diferença entre o valor total do contrato e a produção medida em determinado período de referência.

4.1.4.2 Conceito de produção

A produção, de acordo com o conceito da construtora aplicado durante o projeto, era a soma de tudo aquilo que apresentava direito de faturamento até a data de referência. Eram os casos de:

- Materiais já entregues no canteiro de obras.
- Serviços já concluídos.

Para medir esta produção em uma determinada data de *status*, o time de contratos utilizava a seguinte equação:

$$\textit{Produção} = \textit{Total faturado} - \textit{Adiantamentos} + \textit{Provisões}$$

4.1.4.3 Total faturado

Todos os documentos fiscais emitidos para o projeto eram lançados e controlados através de um *software* de gestão integrada, do tipo *ERP (Enterprise Resource Planning)*.

Em uma determinada data de referência, o time de contratos contabilizava todos esses documentos, totalizando a primeira parcela da equação para o cálculo da produção.

4.1.4.4 Adiantamentos

Nem todos os documentos fiscais emitidos representavam, necessariamente, um direito de faturamento. Devido a algumas condições especialmente negociadas no momento da contratação, alguns fornecedores cobravam antecipadamente por

materiais que ainda não haviam sido entregues, ou por serviços que ainda não haviam sido executados.

Tudo aquilo que havia sido emitido sem o respectivo direito era considerado adiantamento, sendo então descontado do valor total faturado até a data de *status*. O desconto feito nesta data era repetido para as próximas, até que o fornecimento de materiais ou serviços fosse efetivado. A partir daí o desconto deixava de ser realizado.

4.1.4.5 Provisões

Era comum, durante o projeto, que nem todos os serviços prestados tivessem sido transformados em documentos fiscais até a data de análise. Isto ocorria principalmente devido a processos de medição e aprovação.

Sendo assim, tudo o que constituía direito de faturamento, mas cujo documento fiscal ainda não havia sido emitido até a data do cálculo, era provisionado pelo time de contratos como produção.

Uma provisão realizada em uma determinada data de *status* constituía produção positiva para o período analisado, mas era contabilizada com o sinal trocado para o próximo período de medição. Isto evitava que o valor fosse contabilizado em duplicidade quando o documento fiscal fosse de fato emitido e lançado.

4.1.4.6 Produção x $CRTR_{total}$

Comparando o conceito de produção aplicado na obra, com os conceitos de GVA apresentados anteriormente, é possível concluir que a produção medida em um determinado período era equivalente ao $CRTR_{total}$ do período, com uma única diferença de consideração: o estoque.

De acordo com o conceito aplicado na obra, todos os materiais entregues no canteiro constituíam direito de faturamento. Portanto, eram contabilizados como produção, mesmo que ainda estivessem em estoque.

Se o conceito utilizado fosse o do GVA, materiais em estoque não seriam considerados no cálculo de $CRTR_{total}$ (conforme visto no item 2.2.5.2), uma vez que não agregam nenhum valor ao projeto.

Apesar desta diferença, nesta monografia será adotada a premissa de que os valores de $CRTR_{total}$ e produção eram iguais.

Esta é uma aproximação que não corresponde à realidade, pois significa considerar que todos os materiais entregues eram imediatamente utilizados em seus respectivos serviços, sem que houvesse estoque. No entanto, ela se faz necessária, uma vez que os dados coletados para o estudo de caso foram obtidos a partir do conceito da construtora, e que o controle de estoque para cada um dos períodos medidos não existia, ou não foi disponibilizado.

4.1.4.7 $CRTR_{total}$ X $CRTR$

Conforme já mencionado anteriormente, os adicionais aprovados ao longo da obra não eram controlados separadamente do escopo original, no que diz respeito a custos.

Sendo assim, para viabilizar a utilização dos dados coletados, fez-se necessário descontar os valores faturados, os adiantamentos e as provisões correspondentes aos escopos adicionais, para cada um dos períodos medidos. Com isso, os valores de $CRTR$ utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de:

$$CRTR = CRTR_{total} - CRTR_{adicionais}$$

4.2 RESULTADOS

Expostas as considerações e premissas adotadas para a adaptação da EAP de orçamento à de planejamento, e para o cálculo dos valores de COTA, COTR e $CRTR$, é possível agora apresentar os resultados obtidos com a aplicação do GVA, tanto no que diz respeito ao controle de desempenho, quanto no que se refere a previsão de custo final.

4.2.1 Controle de desempenho

A seguir será apresentado o acompanhamento do desempenho da obra, de acordo com os conceitos de GVA. Para cada um dos meses selecionados, serão informados os valores de COTA, COTR e $CRTR$, além dos índices de desempenho de custo e prazo acumulados.

A análise dos resultados será feita no próximo capítulo.

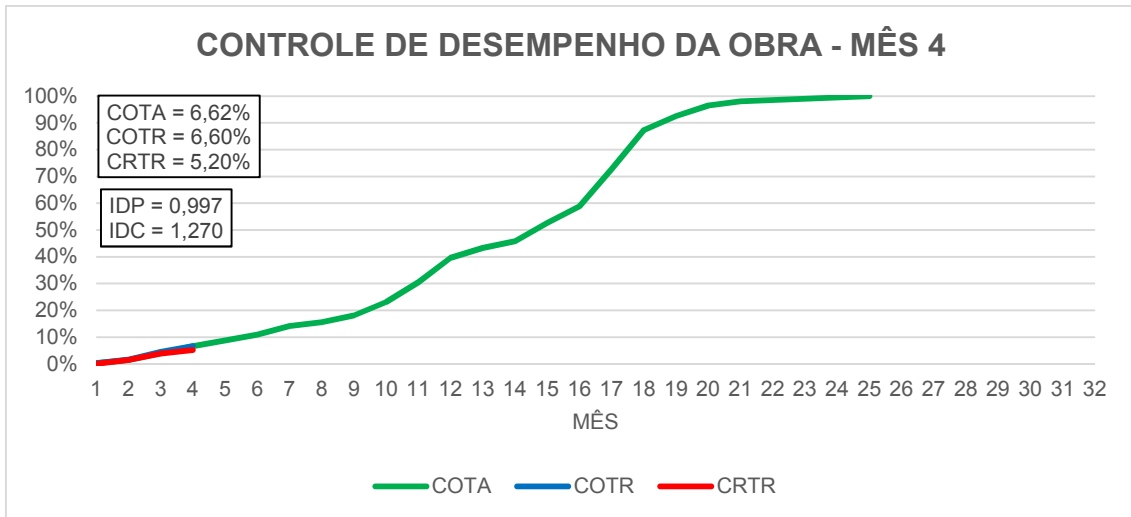


Figura 15 – Controle de desempenho da obra - Mês 4

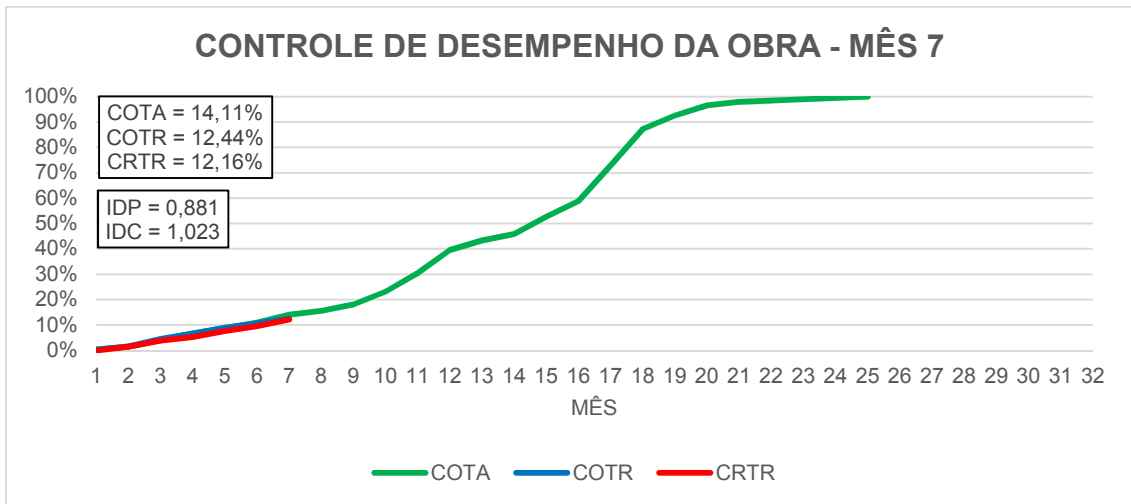


Figura 16 – Controle de desempenho da obra - Mês 7

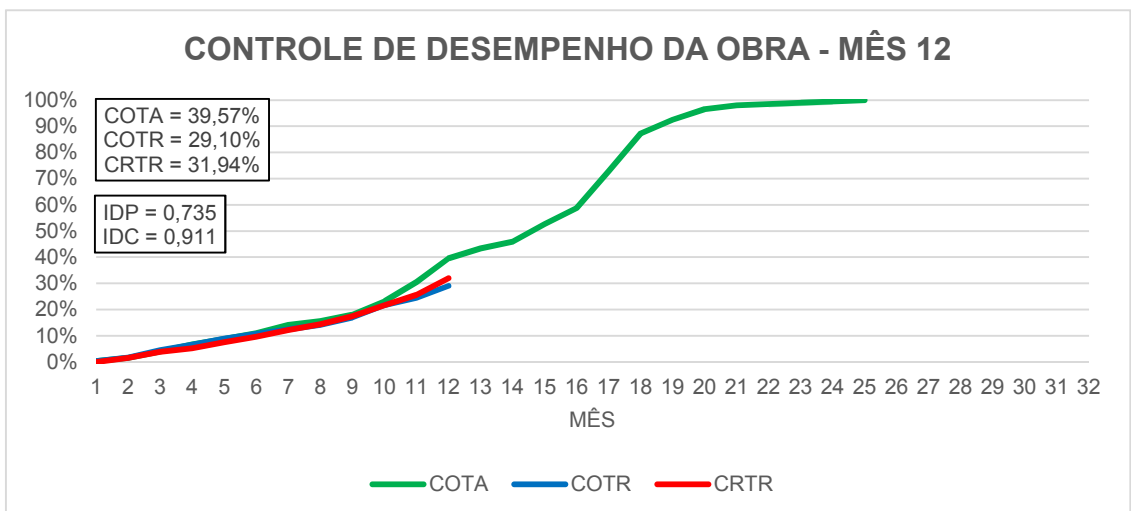


Figura 17 – Controle de desempenho da obra - Mês 12

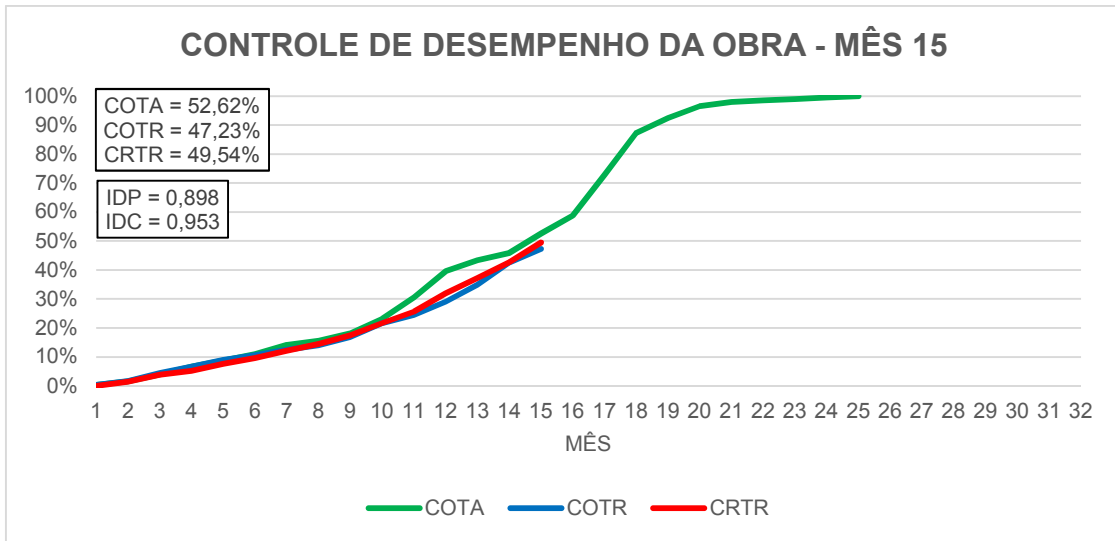


Figura 18 – Controle de desempenho da obra - Mês 15

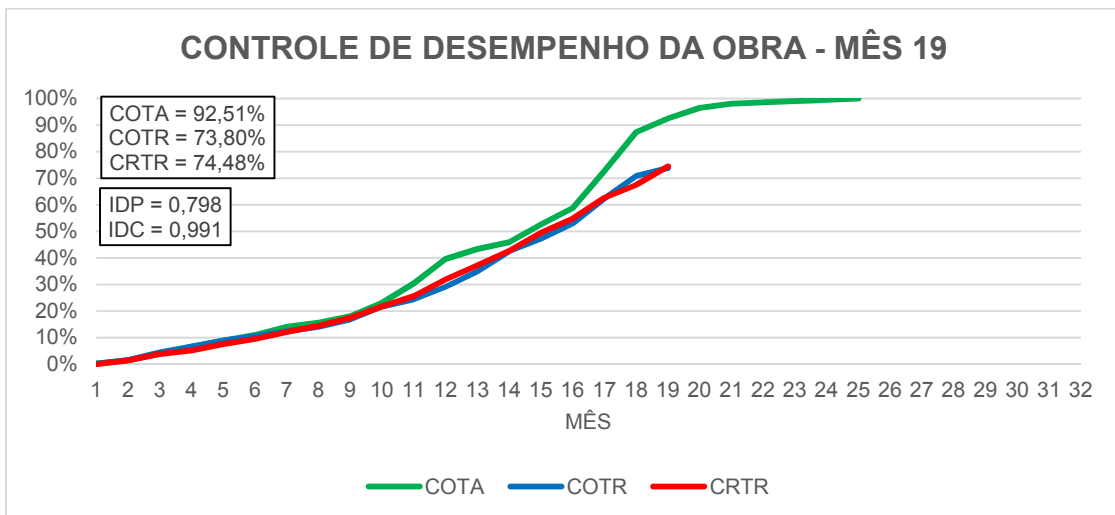


Figura 19 – Controle de desempenho da obra - Mês 19

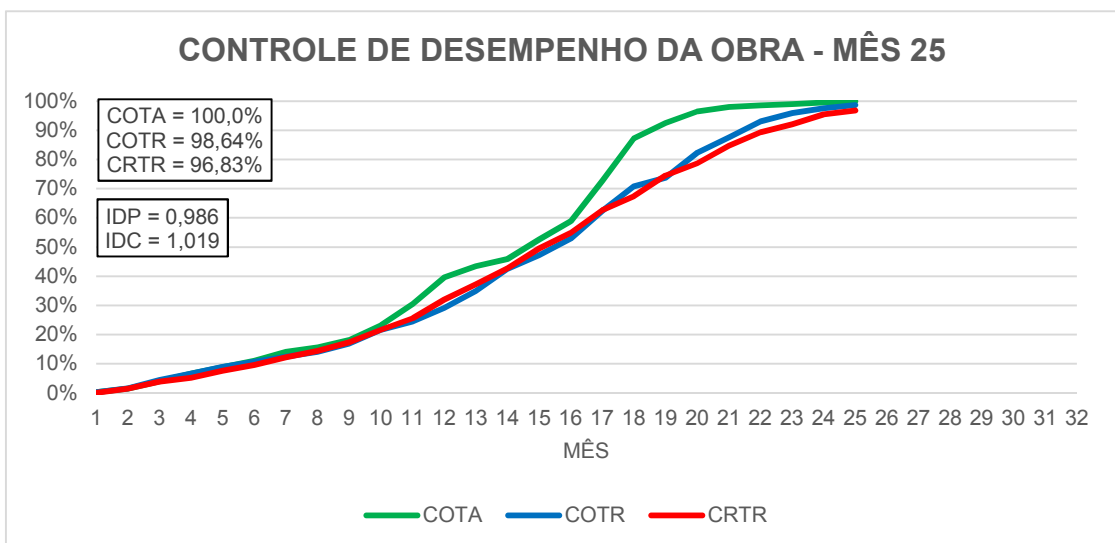


Figura 20 – Controle de desempenho da obra - Mês 25

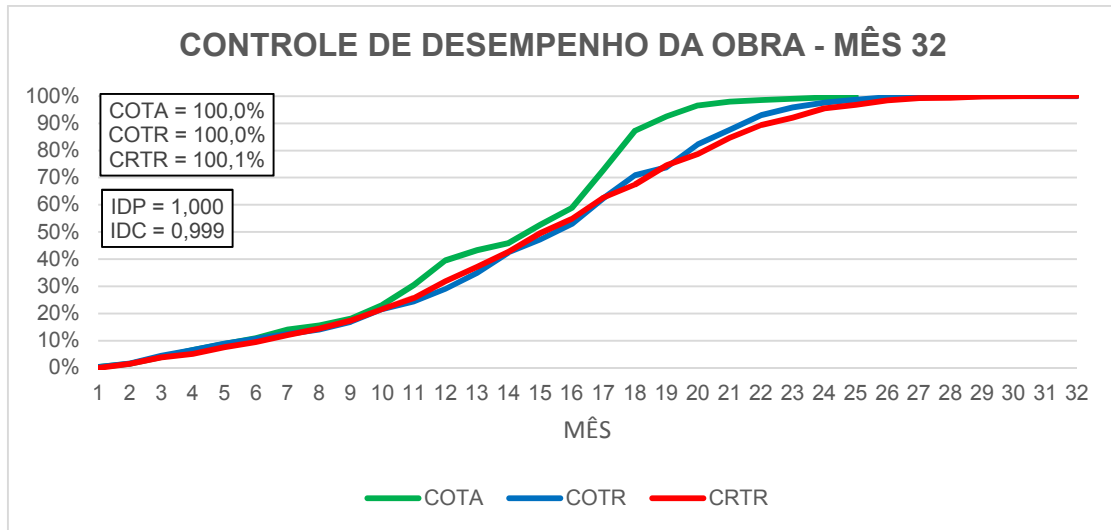


Figura 21 – Controle de desempenho da obra - Mês 32

4.2.2 ENTs

Em posse dos valores de COTA, COTR e CRTR para cada um dos meses da obra, foi possível calcular uma série de índices de desempenho, os quais foram utilizados na fórmula abaixo (já apresentada anteriormente) para a obtenção das ENTs:

$$ENT = CRTR + \frac{ONT - COTR}{Índice}$$

Os índices utilizados para os cálculos foram os seguintes:

- Constante
- IDP: acumulado, mensal, médio A (x=3), médio B (x=3)
- IDC: acumulado, mensal, médio A (x=3), médio B (x=3)
- IPC: acumulado, mensal
- Composto: acumulado, mensal

Para o índice composto, considerou-se o percentual completo da obra (w2) como igual ao valor de COTR acumulado até o período de análise.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos, os quais serão comentados no decorrer do próximo capítulo.

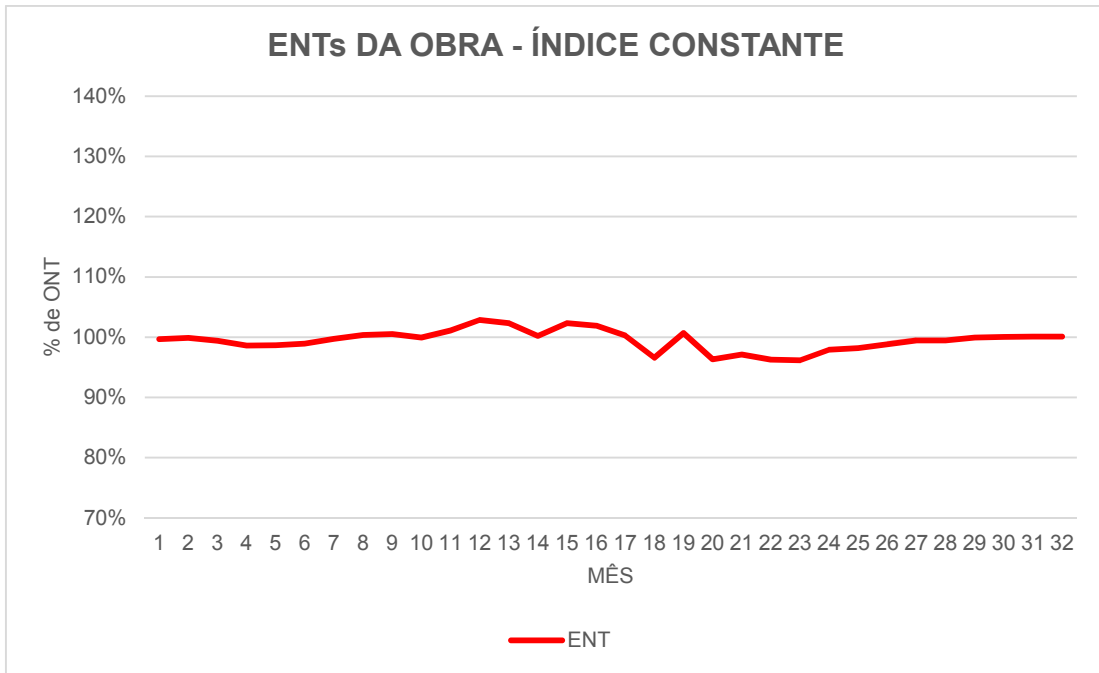


Figura 22 – ENTs obtidas através de Índice Constante

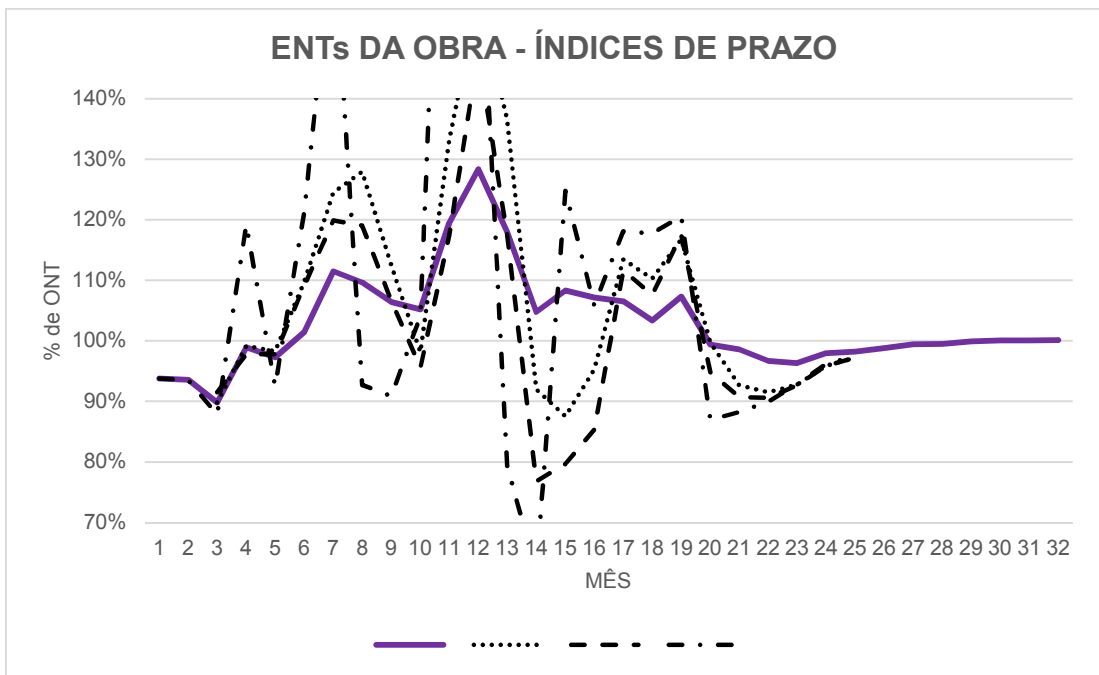


Figura 23 – ENTs obtidas a partir de Índices de Prazo

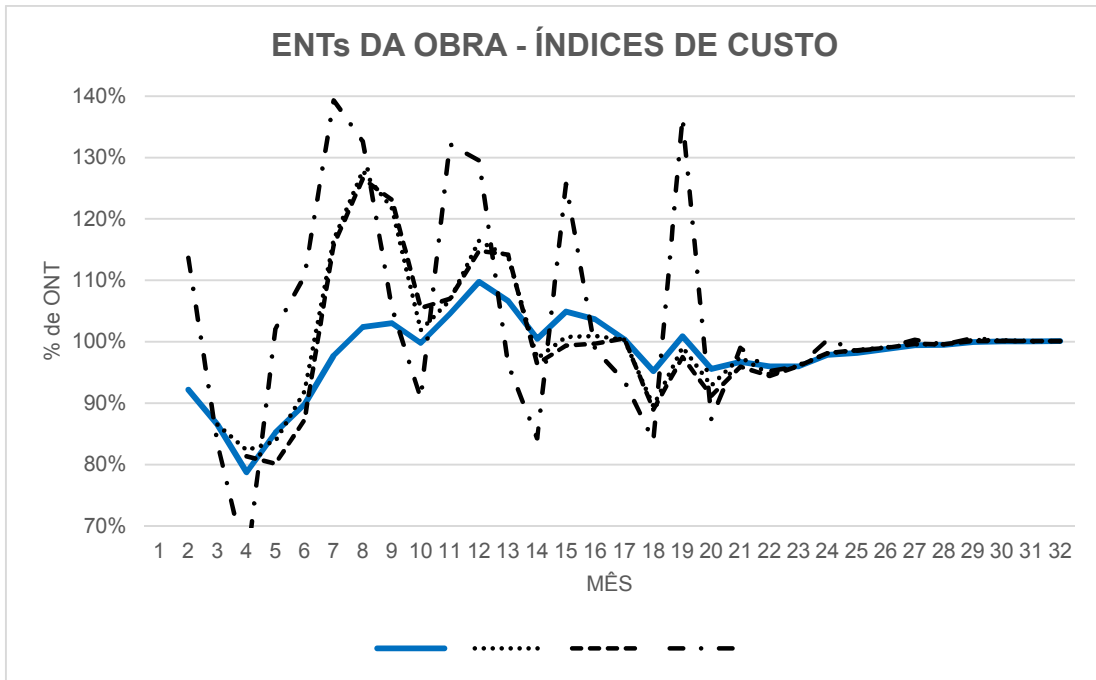


Figura 24 – ENTs obtidas a partir de Índices de Custo

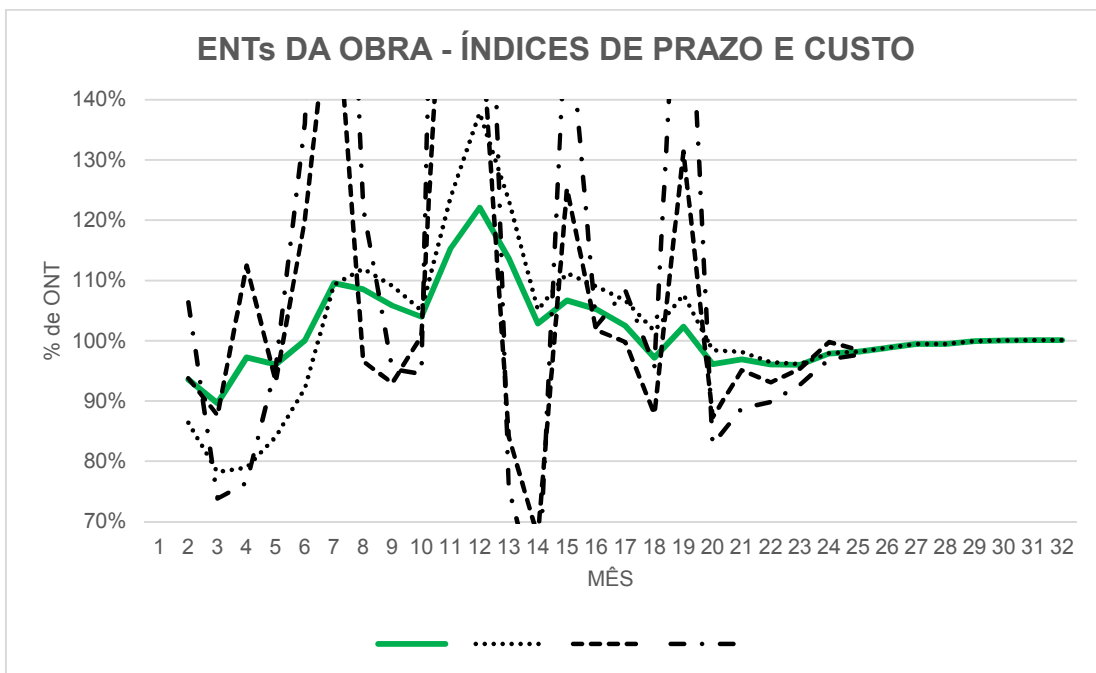


Figura 25 – ENTs obtidas a partir de Índices de prazo e custo

5. ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DO GVA

Nos próximos tópicos, serão comentados os resultados obtidos após a aplicação do GVA ao estudo de caso. Apesar de o enfoque ser avaliar a precisão obtida nos cálculos de ENT, os resultados do controle de desempenho do projeto também serão avaliados, principalmente com o intuito de justificar as diferenças observadas entre as estimativas, calculadas a partir dos diferentes índices.

5.1.1 Índice Constante

Apesar de o índice constante ser conhecido por gerar uma expectativa otimista do custo final, este foi o que gerou os melhores resultados de ENT ao longo da obra.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 22, as ENTs calculadas a partir deste índice geraram valores entre 96,2% e 102,8% do ONT. O intervalo pode ser considerado satisfatório, visto que o custo final real do projeto foi de 100,1% do ONT, conforme visto anteriormente.

Um dos motivos para este resultado é o fato de os custos do projeto terem se confirmado muito próximos aos valores de orçamento. Isto fez com que as ENTs calculadas a partir do índice constante fossem sempre próximas a 100% do ONT, mesmo nos períodos iniciais, onde o trabalho a executar (ONT – COTR) ainda era muito grande.

Outro motivo é o fato de os valores de COTR e CRTR terem permanecido sempre muito próximos um do outro, conforme visto nos gráficos de controle de desempenho apresentados no item 4.2.1. Isto significa que a parcela de custo real do trabalho já realizado (CRTR) estava sempre refletindo um valor muito próximo ao que havia sido previsto, em orçamento, para aquela quantidade de trabalho.

Comparando as ENTs apresentadas na Figura 22 com o desempenho demonstrado na Figura 21, é possível ainda verificar que:

- Os meses em que se observam as maiores diferenças entre ENT e ONT coincidem com aqueles em que COTR e CRTR se distanciaram.

- Os meses em que a ENT fica acima de 100% coincidem com aqueles em que CRTR fica acima de COTR, e vice-versa.

5.1.2 Índices de Prazo

As ENTs calculadas a partir dos índices de prazo, ou seja, aquelas que utilizaram IDP como forma de prever o desempenho futuro do projeto, foram as que apresentaram a pior precisão em relação ao custo final real.

Analisando cada curva da Figura 23 separadamente, é possível afirmar que as ENTs calculadas através do índice mensal foram aquelas com os piores resultados. No mês 11, por exemplo, a ENT calculada foi de 221% do ONT, refletindo o início de um grande descolamento da curva de COTR em relação a curva de COTA, conforme visto na Figura 17.

As curvas de médio A e médio B de 3 meses apresentaram resultados melhores, mas também muito distantes do custo final real, com ENTs variando entre 157% e 77% de ONT. De maneira geral, o índice médio A apresentou resultados superiores aos calculados pelo índice médio B, mas ambas as curvas demonstraram a mesma tendência de elevação e diminuição com o passar do tempo.

Entre as curvas calculadas através de índices de prazo, aquela que apresentou os resultados mais próximos do custo final real foi a que utilizou IDP acumulado, obtendo valores que variaram entre 128% e 88% de ONT.

Sendo assim, é possível pontuar que:

- Os resultados observados na curva mensal foram os piores porque a obra apresentou alguns meses de grande atraso, e outros de grande recuperação de cronograma. Também por este motivo, a curva com o melhor resultado foi a acumulada, e as curvas de médio A e médio B ficaram com valores intermediários.
- Os índices de prazo não geraram resultados tão satisfatórios porque o atraso observado na obra não refletiu em aumento de custo (ao menos no que diz respeito ao custo direto, objeto deste estudo de caso).

5.1.3 Índices de Custo

As ENTs calculadas através de índices de custo obtiveram, de maneira geral, resultados melhores do que aquelas calculadas com IDP, com exceção dos primeiros meses do projeto.

Quanto ao tipo de índice de custo utilizado, a tendência observada foi a mesma do tópico anterior: quanto maior a quantidade de períodos considerado, mais precisos os valores calculados.

Sendo assim, a curva de custo com os piores resultados foi a mensal, que obteve um mínimo de 64% e um máximo de 140% de ONT. Na sequência vieram as curvas de médio A e médio B, com resultados variando entre 80% e 127%, e por fim a curva acumulada, com ENTs oscilando entre 79% e 110%.

É importante observar que, desconsiderados os primeiros seis meses, a curva calculada através de IDC acumulado obteve bons resultados, com estimativas permanecendo sempre no intervalo de $\pm 10\%$ de ONT. Restringindo ainda mais, e considerando somente os resultados calculados a partir do 14º mês, verifica-se uma variação ainda menor, de $\pm 5\%$ de ONT.

Resumidamente, pode-se dizer que:

- O fato de os resultados obtidos com IDC terem se demonstrado mais precisos do que aqueles calculados com IDP, confirma a expectativa de que o desempenho futuro do projeto, em uma determinada data de *status*, seria melhor representado pelo índice de custos, uma vez que o atraso no prazo não implicou em aumento de custo (direto).
- Os resultados ruins observados nos períodos iniciais eram esperados, uma vez que a quantidade de trabalho executado ainda era muito pequena, e o IDC medido ainda não refletia a realidade do desempenho de custos da obra.

5.1.4 Índices de Prazo e Custo

Os índices de prazo e custo, conforme já visto anteriormente, utilizam tanto IDP quando IDC para o cálculo das ENTs. Por este motivo, os valores obtidos através destes índices possuem relação direta com os resultados apresentados nos gráficos anteriores.

No mês 11 da Figura 25, por exemplo, a ENT obtida através do IPC mensal atingiu um valor extremamente alto, de 300% de ONT. Isto ocorreu porque o IDP deste mês foi de 0,39, enquanto que o IDC foi de 0,71. Os índices multiplicados geraram um IPC de 0,28, fazendo com que o custo estimado do trabalho restante (ONT – COTR) ficasse 3,6 vezes maior que o previsto.

Mais uma vez, os índices mensais não atingiram resultados satisfatórios, com grandes variações entre os períodos. Os resultados obtidos com IPC acumulado foram um pouco mais precisos, com estimativas variando entre 78% e 138% de ONT. No entanto, os melhores resultados observados foram aqueles calculados com o índice composto acumulado, que pondera os pesos de IDP e IDC conforme o avanço físico do projeto. Este índice obteve resultados variando entre 90% e 122% de ONT.

Com isso, observa-se que:

- A utilização de valores mensais resultou em estimativas muito distantes da realidade, pois as grandes variações observadas nos gráficos anteriores foram potencializadas pela multiplicação, ou composição dos índices.
- A curva de IPC acumulado não foi aquela que apresentou os melhores resultados por causa da influência de IDP. Viu-se que o atraso da obra não implicou em aumento de custos diretos, e por essa razão a utilização de IDP, como fator multiplicador de IDC, fez com que as estimativas para o custo final dessa curva fossem superestimadas.
- O índice composto gerou os resultados mais precisos porque a influência de IDP diminuiu ao longo do andamento do projeto, fazendo com que as estimativas fossem mais influenciadas pelo índice de custos que, conforme visto anteriormente, apresentou resultados melhores.

5.1.5 Análise dos melhores índices

Nos tópicos anteriores, foram analisados separadamente os resultados obtidos através do índice constante e de vários tipos de índices de prazo, de custo e da combinação entre eles.

Para cada um dos gráficos analisados foram destacadas as curvas que apresentaram os resultados mais precisos, que agora serão comparadas na Figura 26.

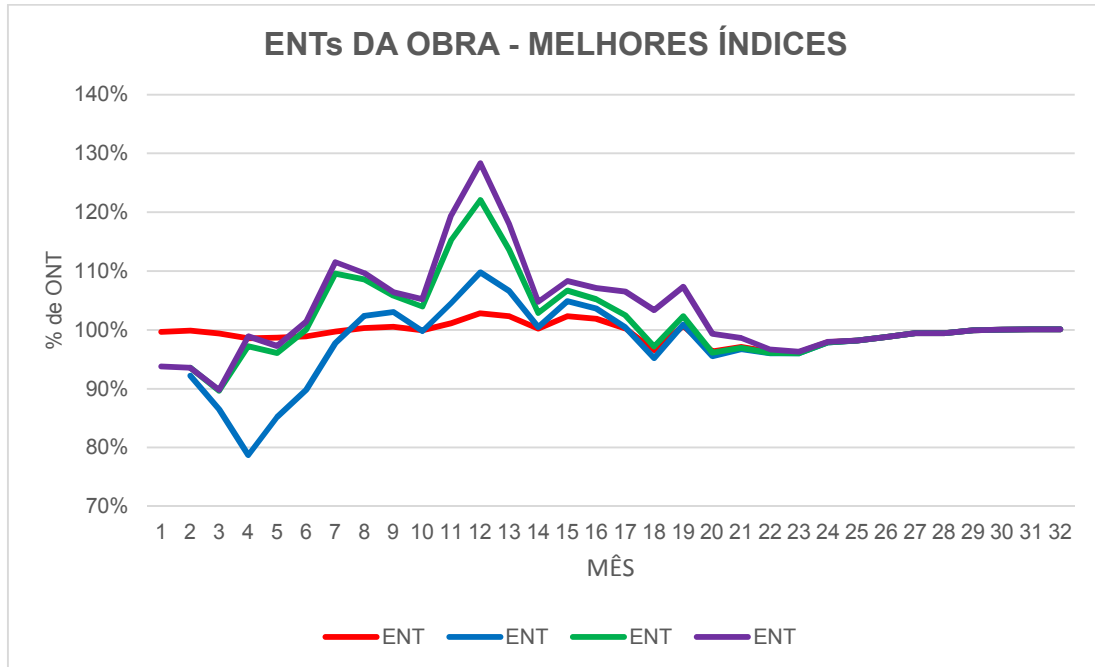


Figura 26 – Melhores ENTs obtidas

Observa-se que a curva obtida com o índice constante foi aquela que se manteve mais uniforme ao longo do projeto, sempre com baixa oscilação e com resultados próximos ao custo real final (100,1% de ONT).

As estimativas obtidas com IDP acumulado apresentaram bons resultados nos meses iniciais, mas eles pioraram conforme o andamento do projeto, uma vez que o atraso para o cumprimento do cronograma não implicou em aumento de custos diretos.

Já as estimativas calculadas com IDC acumulado ficaram muito distantes do custo final real nos primeiros seis meses. Neste período a quantidade de trabalho realizado e de recursos consumidos ainda era muito pequena, e o desempenho de custos medido ainda não retratava a realidade do projeto. A partir do 7º mês, no entanto, a utilização do IDC acumulado resultou em boas estimativas de custo.

A curva calculada com o índice composto acumulado retratou claramente a influência de IDP e IDC ao longo do projeto. Nos meses iniciais, as estimativas se aproximaram muito daquelas obtidas com IDP, e se afastaram daquelas obtidas com

IDC. Nos meses intermediários elas assumiram valores médios, e nos meses finais ficaram muito mais próximas da curva de custos do que da curva de prazos.

Analisando as quatro curvas em conjunto, verifica-se que os resultados tenderam a se igualar conforme o andamento do projeto. A partir do 18º mês, as curvas obtidas com os índices constante, de custos e composto, apresentaram praticamente os mesmos resultados até o final do projeto. Por volta do 22º mês, as estimativas calculadas com IDP também passaram a apresentar resultados muito semelhantes, e a partir de então todas as curvas aparentam se unir em uma única, indicando uma forte tendência de aproximação ao custo final real.

5.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

Analisados os resultados obtidos no cálculo das ENTs da obra, através do Gerenciamento de Valor Agregado, é possível agora compará-los àqueles obtidos através do método manual, apresentados anteriormente na Figura 11.

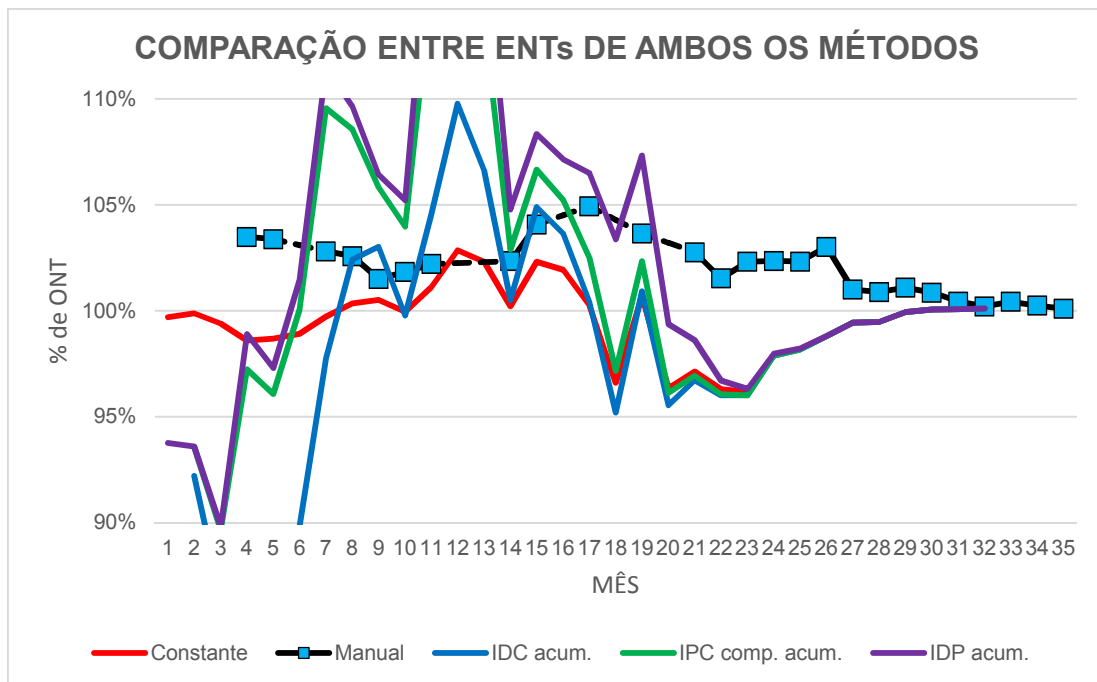


Figura 27 – Comparação entre os métodos para o cálculo de ENT

De acordo com a Figura 27, verifica-se que:

- As curvas sob a influência de IDP apresentaram vários resultados que ultrapassaram a variação de $\pm 5\%$ de ONT. Conforme já comentado anteriormente, o IDP não se demonstrou um bom índice para o cálculo de

ENT, uma vez que o atraso no prazo do projeto não resultou em aumento de custos diretos.

- Considerando o intervalo de $\pm 5\%$ de ONT como satisfatório, a curva de IDC acumulado apresentou bons resultados somente a partir do 7º mês, com exceção dos meses 12 e 13. Os resultados dos meses iniciais não foram bons porque a quantidade de trabalho executada ainda era muito pequena para que fosse medido um desempenho de custos que retratasse a realidade da obra.
- A curva obtida através do índice constante foi a que apresentou os resultados com menor desvio em relação ao custo real final. A maior diferença observada foi no mês 23, que proporcionou uma estimativa de 96,2% de ONT, ou seja, 3,9% abaixo do custo real final. Apesar disso, esta curva não apresentou sempre a mesma tendência: em alguns meses, indicou que o custo real seria superior ao ONT; em outros, que seria inferior.
- A curva manual, ou seja, aquela obtida pela equipe de contratos durante o andamento da obra, também apresentou baixas variações em torno do custo final real. A máxima ocorreu no mês 17, em que a ENT calculada atingiu 104,9% de ONT (4,8% acima da realidade). Além disso, ela se demonstrou mais uniforme ao longo do tempo, uma vez que todos os seus resultados permaneceram dentro do intervalo de +5% de ONT, sempre indicando uma tendência de que o custo final real seria maior que o previsto.

É importante observar que, enquanto as curvas obtidas através do GVA foram calculadas ao longo de 32 meses, os resultados manuais foram medidos durante 35 períodos. Isso ocorreu porque:

- Os avanços físicos da obra foram medidos ao longo de 32 meses. No 32º mês, o andamento atingiu 100%, e os valores de COTR e COTA se igualaram a 1.
- Os custos da obra incorreram ao longo de 35 meses, fazendo com que os cálculos manuais fossem prolongados até o final deste período. É possível observar, no entanto, que a ENT calculada pelo método manual no 32º mês é praticamente igual ao custo final real. Isto indica que os custos incorridos,

entre os meses 33 e 35, apenas confirmaram as provisões que foram feitas pela equipe de contratos até o mês 32.

- Uma pequena variação nas ENTs calculadas manualmente ocorreu, entre os meses 33 e 35, porque alguns subcontratados pleitearam medições de valores adicionais, devido a retrabalhos para a execução do escopo inicialmente contratado. No entanto, esses pleitos não foram aceitos, e o custo final real se confirmou igual àquele calculado no mês 32.

6. CONCLUSÕES

6.1 EFICÁCIA DO MÉTODO UTILIZADO NA OBRA

A partir dos resultados obtidos com o método manual utilizado na obra, os quais foram ilustrados na Figura 11, e sabendo que o custo final real foi de 100,1% de ONT, conforme já informado anteriormente, pode-se concluir que o método se demonstrou eficaz em estimar o custo final da obra.

Esta conclusão é possível porque, de maneira geral, os resultados obtidos se mantiveram dentro de uma margem pequena de variação, e sempre indicaram a expectativa de que o custo final real seria maior que ONT, o que de fato ocorreu. Além disso, os resultados apresentaram uma tendência de convergência para o custo final real ao longo do projeto.

É importante observar, no entanto, que apesar de relativamente precisas, as estimativas calculadas manualmente foram as mais pessimistas, principalmente após a primeira metade do andamento da obra. Além disso, a convergência dos resultados foi uma realidade apenas nos meses finais do projeto: até o 26º mês os resultados ainda oscilaram, e somente após este período passaram a convergir para o custo real final.

Para avaliar o que fez com que as estimativas calculadas manualmente fossem sempre superiores ao custo final real, e o que possibilitou esta convergência dos resultados somente nos meses finais do projeto, vamos recorrer a metodologia do cálculo manual, apresentada no item 3.5.3.2:

$$ENT = \text{Comprometido} - \text{Reduções de Escopo} + A \text{ Comprometer}$$

Na fórmula acima, é possível afirmar que a primeira parcela representa a certeza. Uma vez que ela contempla a soma de tudo aquilo que foi contratado pela obra até a data de *status*, não se aplicam estimativas; o valor é sempre real.

Por outro lado, as outras duas parcelas representam a dúvida, e são nelas que se situam as estimativas.

Com o andamento do projeto, ocorre o aumento do valor comprometido, e a conseqüente diminuição do valor a comprometer. Sendo assim, as ENTs são calculadas por uma parcela de certeza cada vez maior, e uma de dúvida cada vez menor.

A parcela de redução de escopo, por sua vez, não apresenta um comportamento bem definido. Há uma tendência de que esta parcela aumente conforme o andamento do projeto, à medida que se identificam novos valores contratados que não serão utilizados. No entanto, um valor considerado como desnecessário, em uma data de *status*, pode passar a ser necessário em uma data subsequente, fazendo com que a parcela de redução de escopo diminua.

Para evitar que isso ocorresse, o time de contratos não costumava reconhecer de imediato as reduções de escopo estimadas, aguardando algum tempo até que houvesse a confirmação de que os valores não seriam, mesmo, consumidos.

Também era prática comum a utilização de critérios pouco favoráveis para o cálculo dos valores a comprometer, de modo a considerar o pior cenário em relação às economias nas contratações. Em geral, estas eram reconhecidas somente no momento da confirmação de uma contratação abaixo da verba disponível, ou quando as informações da concorrência já estavam suficientemente equalizadas para que se pudesse afirmar que haveria um ganho.

Os critérios expostos acima eram adotados no intuito de:

- Evitar o reconhecimento de um resultado inexistente no projeto.
- Criar uma margem de segurança, para que o possível surgimento de valores não previstos não prejudicasse o resultado já reconhecido.

Com isso, explica-se porque as ENTs calculadas manualmente resultaram em valores pessimistas, e por que razão elas apresentaram tendência de convergência para o custo final real apenas nos meses finais do projeto.

6.2 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO GVA

6.2.1 Impactos da adoção de premissas

Para possibilitar a aplicação do GVA ao estudo de caso foi necessário adotar algumas premissas, conforme visto no item 4.1. Esta necessidade originou-se a partir da falta, ou do baixo detalhamento de algumas informações importantes para a aplicação do gerenciamento do valor agregado, conforme sua metodologia original.

Obviamente que, ao adotar essas premissas, assumiu-se que os resultados observados apresentam desvios em relação àqueles que seriam obtidos caso não fosse necessário adotá-las.

A seguir, serão analisadas cada uma dessas premissas, de modo a avaliar a relevância de seus respectivos impactos, com o objetivo de apoiar a conclusão sobre a viabilidade de implantação do GVA para outros projetos.

6.2.1.1 EAP

Sabe-se que o planejamento e o controle de prazos da obra não foram feitos a partir da mesma EAP utilizada no orçamento, o que obrigou a adoção de algumas considerações para a distribuição dos pesos financeiros.

Para avaliar o impacto desta decisão, no entanto, é necessário considerar diferentes situações.

A estrutura, por exemplo, foi orçada em um único CAP, enquanto que o controle de seu andamento físico foi aberto em dois: concreto e metálica. Apesar desta diferença, foi possível identificar, nos níveis inferiores da EAP de orçamento, os valores exatos que haviam sido orçados para cada um dos tipos de estrutura. Isto fez com que a consideração adotada para transferir os pesos de uma EAP para a outra não gerasse qualquer tipo de prejuízo à aplicação do GVA.

No caso dos revestimentos de parede, no entanto, a situação é oposta. Eles foram orçados em três diferentes CAPs, mas controlados em apenas um. Além disso, a EAP de planejamento não estava detalhada de maneira a possibilitar a identificação de cada um dos CAPs do orçamento. Sendo assim, o peso financeiro do CAP foi composto pela soma dos pesos de atividades bastante diversas, e que ocorreram em momentos distintos, gerando um impacto bastante relevante na utilização do gerenciamento de valor agregado.

Com isso, pode-se concluir que o critério adotado para a adaptação, de uma EAP para a outra, gerou impacto nos resultados calculados. O grau desse impacto, no entanto, pode ser considerado baixo, uma vez que o peso financeiro dos itens cuja identificação não foi possível é pequeno em relação ao total.

6.2.1.2 Estoque

De acordo com a metodologia original do GVA, materiais em estoque deveriam ser desconsiderados do valor de CRTR, uma vez que os mesmos não agregam qualquer tipo de valor ao projeto.

Viu-se no item 4.1.4.6, no entanto, que o estoque não foi desconsiderado dos valores de CRTR apresentados neste estudo de caso, uma vez que os dados obtidos a partir do controle de custos da obra seguiam o conceito da construtora (de que materiais em estoque configuravam produção).

Sendo assim, para avaliar o impacto da adoção desta premissa aos resultados obtidos, é necessário conhecer o modo como o estoque era administrado durante o projeto.

De acordo com informações obtidas, a obra não costumava trabalhar com grandes volumes de materiais em estoque, até porque a estratégia de antecipar compras para evitar o aumento de preços não se justificaria, devido aos critérios estabelecidos para o reajuste contratual.

Mesmo assim, alguns materiais de peso financeiro relevante, como peças de elevador, equipamentos elétricos e de ar condicionado, aço e cordoalhas, foram comprados com antecedência, para que a obra não corresse riscos de atraso no cronograma. Estes materiais não foram utilizados imediatamente após a sua chegada, fazendo com que o valor agregado fosse medido antes da conclusão dos serviços correspondentes.

É possível concluir, então, que o impacto da adoção desta premissa foi relevante em itens específicos, porém com elevado peso financeiro, causando grande influência nos resultados obtidos com o GVA.

Apesar de nenhuma simulação ter sido feita, é intuitivo afirmar que os resultados seriam melhores se o estoque tivesse sido desconsiderado, uma vez que CRTR contemplaria apenas os itens que de fato foram considerados como concluídos no cálculo de COTR.

6.2.1.3 Nível de Esforço

Adotou-se, no decorrer deste estudo de caso, que o nível de esforço seria desconsiderado para a aplicação do GVA. Os dois motivos principais para a adoção desta premissa foram:

- A equipe de planejamento controlava os avanços físicos apenas dos itens diretos. Medições mensais de equipamentos de transporte vertical e horizontal, ou de equipes de portaria e vigilância, por exemplo, não eram contemplados em nenhum valor de COTR. Por esse motivo, foram também desconsiderados dos valores de CRTR.
- Os custos indiretos eram considerados como globais, ou seja, não seriam ultrapassados mesmo com o aumento do prazo da obra.

Conhecidos estes fatos, e sabendo que os custos que se desejava controlar eram os desembolsados pela incorporadora, pode-se concluir que a desconsideração do nível de esforço gerou impacto pouco relevante na utilização do GVA, para este estudo de caso.

6.2.2 Dificuldade no tratamento dos dados

Para possibilitar a aplicação do GVA, alguns dados coletados na obra tiveram que ser tratados. Outros puderam ser utilizados diretamente, sem qualquer necessidade de adaptação.

A seguir será analisada a necessidade de tratamento destes dados, de modo a avaliar o seu grau de dificuldade, no intuito de apoiar a conclusão sobre a viabilidade de implantação do GVA para outros projetos.

6.2.2.1 Produção x CRTR_{total}

No item 4.1.4.6, viu-se que a produção calculada mensalmente pelo time de contratos pôde ser considerada igual ao CRTR_{total} da obra, sem qualquer necessidade de tratamento. Isso foi possível porque os valores de produção:

- São calculados separadamente entre custos diretos e indiretos (utilizou-se somente o valor da produção direta).
- Desconsideram adiantamentos.

- Consideram provisões.
- Não desconsideram os materiais em estoque.

É importante observar que a utilização direta dos valores de produção só foi possível por conta das premissas adotadas neste estudo de caso. Para outros projetos, é possível que o tratamento dos dados seja necessário.

Este tratamento, no entanto, não deverá ser complexo. No caso da consideração do nível de esforço, por exemplo, basta somar o valor já conhecido de produção indireta. Já no caso da desconsideração do estoque, o tratamento consiste num desconto simples dos materiais ainda não utilizados, que deverão constar em controle de entrada e saída de almoxarifado.

6.2.2.2 CRTR_{total} x CRTR

Para adaptar o valor de CRTR_{total} ao de CRTR utilizado na aplicação do GVA, foi preciso retirar todos os custos provenientes de escopos adicionais. Isto ocorreu porque eles não eram controlados separadamente daqueles relativos ao escopo originalmente acordado.

O processo de tratamento dos dados foi bastante trabalhoso, e envolveu as seguintes etapas:

- Identificação e separação de todas as contratações, documentos fiscais, adiantamentos e provisões referentes aos escopos adicionais.
- Abatimento dos valores identificados nos meses correspondentes.

Com isso pode-se concluir que, quanto maior for o volume de adicionais ao escopo original, mais moroso será o processo de tratamento dos dados de CRTR, dificultando a aplicação do GVA.

6.2.3 Particularidade do projeto não atendida pelo GVA

6.2.3.1 Reajustes

Ao estudar o gerenciamento de valor agregado como ferramenta para previsão do custo final, e compará-lo às necessidades da obra utilizada como objeto de estudo

desta monografia, identificou-se um problema: a maneira de tratar os reajustes contratuais.

Uma vez que a metodologia original do GVA não prevê qualquer tipo de consideração a respeito de reajustes¹⁸, optou-se nesta monografia por trabalhar sempre com valores históricos.

No entanto, esta consideração não atenderia integralmente a necessidade de controle de custos da obra, já que o contrato entre construtora e incorporadora era reajustado ao longo do tempo, de acordo com regras pré-estabelecidas.

Afirmar que o custo final real da obra foi de 100,1% do ONT, por exemplo, teria pouca utilidade para os relatórios gerenciais. O mais adequado seria informar qual foi o custo real em relação ao orçamento reajustado, que constituía o direito da construtora para a execução da obra.

Sendo assim, é possível concluir que a aplicação do GVA, de acordo com sua metodologia original, introduz um erro de consideração em contratos que são reajustados ao longo do tempo, uma vez que os dados passam a ser comparados em “bases” diferentes. No caso destes contratos, o ideal seria introduzir uma adaptação ao método, relativizando todos os resultados ao valor de ONT reajustado.

6.2.4 Facilidade de cálculo

Considerando que os valores de COTA, COTR e CRTR já estejam disponibilizados, o cálculo dos índices de desempenho e das estimativas no término costuma ocorrer de maneira muito fácil e rápida, desde que haja um esforço inicial para a criação de uma planilha adequada, e para a escolha dos índices que serão utilizados.

6.2.5 Conclusões

A partir das ponderações feitas nos tópicos anteriores, pode-se concluir que a implantação do GVA como ferramenta para previsão de custo final é perfeitamente viável para outros projetos, desde que as seguintes recomendações sejam levadas em consideração:

¹⁸ Levando em consideração a bibliografia consultada.

- As EAPs de orçamento e planejamento devem ser, preferencialmente, iguais. Se isso não for possível, elas devem estar suficientemente detalhadas de modo a permitir uma correta correlação entre os CAPs, evitando que a transferência dos pesos financeiros de uma para a outra traga prejuízos ao método.
- A produção calculada pelo time de contratos deve ser tratada, de modo a retirar a influência dos materiais em estoque. Esta consideração irá melhorar os resultados obtidos com a utilização do método, uma vez que os valores de COTR e CRTR estarão se referindo a uma mesma quantidade de trabalho realizado.
- O nível de esforço poderá ser desconsiderado em projetos com características semelhantes às deste estudo de caso, sem que isso traga grandes prejuízos ao método. No caso de projetos em que os custos indiretos não sejam globais, ou caso se deseje controlar os custos da construtora, o nível de esforço deverá ser considerado.
- Os custos incorridos com escopos adicionais deverão ser controlados separadamente daqueles oriundos da execução do escopo original. Esta separação pode não ser possível durante o cálculo da produção (devido ao conceito da construtora), mas deve ser realizada em um controle paralelo. O importante é que apenas os valores referentes ao escopo original sejam utilizados no GVA. Caso o volume de adicionais se torne muito grande, pode-se criar um controle de desempenho específico para eles, ou revisar as curvas de planejado e real de modo a contemplá-los num novo valor de orçamento.
- Para projetos sujeitos a reajustes contratuais ao longo da obra, é importante adaptar o método do GVA, de modo que os resultados sejam sempre informados em função do valor reajustado de ONT. Os dados de COTA, COTR e CRTR deverão ser tratados de modo a permitir que todos sejam comparados na mesma “base”.
- Deve-se criar uma planilha, preferencialmente automatizada em Excel, a qual deverá considerar todos os índices que se deseja medir. Depois de pronta,

ela será alimentada apenas com os valores mensais de COTR e CRTR, e retornará automaticamente com o controle de desempenho do projeto e todas as ENTs.

6.3 MÉTODO MANUAL X GVA

Depois de analisados os resultados obtidos através de ambos os métodos, e de avaliada a viabilidade de aplicação do GVA para outros projetos, serão apresentadas a seguir as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos, com a intenção de concluir qual deles é mais vantajoso para estimar os custos finais de um projeto.

6.3.1 Método manual

6.3.1.1 Facilidade de aplicação

O método manual utilizado na obra é bastante simples, uma vez que a sua aplicação depende apenas da determinação de três variáveis: valores contratados e a contratar, além de escopos a reduzir.

Apesar da simplicidade, a aplicação do método é bastante trabalhosa, pois exige uma avaliação minuciosa de cada um dos itens do orçamento, além de todas as contratações já firmadas e ainda em negociação.

Os resultados costumam ser obtidos através do trabalho e das opiniões de duas ou mais pessoas, já que o método apresenta um certo grau de subjetividade (principalmente na parcela de valores a comprometer).

Além disso, a aplicação do método em um determinado mês não agiliza os cálculos a realizar nos próximos, de modo que o processo é iniciado desde o princípio, mensalmente.

6.3.1.2 Precisão e perfil dos resultados

Os resultados obtidos através do método manual podem ser considerados bons. Conforme visto anteriormente, eles se mantiveram sempre no intervalo de +5% em relação ao ONT, e convergiram para o custo final real com o passar do tempo.

A menor precisão dos resultados, observada nos meses iniciais, reflete o alto grau de incerteza existente neste período, onde poucas contratações haviam sido

firmadas, e a maior parcela da estimativa no término era composta pelos serviços a contratar.

Já nos meses finais, a precisão das estimativas melhorou bastante, apresentando forte tendência de aproximação ao custo final real. Isto ocorreu à medida que as contratações foram sendo sacramentadas, e a parcela dos serviços contratados tornou-se a mais pesada no cálculo de ENT.

Neste mesmo período, no entanto, foi possível verificar que as estimativas para o custo final se demonstraram mais pessimistas do que aquelas obtidas com o GVA. O motivo foi o perfil conservador adotado pelo time de contratos, que superestimou os valores a comprometer, e evitou o reconhecimento das reduções de escopo. Esta postura foi adotada no intuito de evitar o reconhecimento de um resultado que, porventura, não viesse a se comprovar.

Sendo assim, podemos concluir que a subjetividade do método faz com que os resultados obtidos possam ser otimistas, realistas ou pessimistas, dependendo do perfil da equipe de contratos e do gerente da unidade.

6.3.2 GVA

6.3.2.1 Facilidade de aplicação

As três variáveis principais do gerenciamento de valor agregado, COTA, COTR e CRTR, não são fáceis de se obter. Elas dependem de uma série de cálculos, e necessitam que o projeto e sua equipe estejam preparados para a implementação do controle de desempenho.

Para a obtenção da curva de COTA, é fundamental que as EAPs de planejamento e orçamento estejam alinhadas.

Para o cálculo de COTR, é importante que a EAP de planejamento permita a fácil identificação dos pacotes entregáveis, e que o método escolhido para a medição (percentual completo, unidades equivalentes, etc.) seja capaz de gerar resultados coerentes ao avanço físico real.

Já para a obtenção de CRTR, são vários os cálculos a se fazer: descontar adiantamentos, acrescentar provisões, retirar a influência dos materiais em estoque, desconsiderar adicionais, separar (ou não) custos indiretos, etc.

O ponto positivo é que alguns desses esforços não são repetitivos. Por exemplo:

- Curva de COTA: gerada uma única vez, no início do projeto.
- Planilhas para controle do avanço físico e do desempenho: demandam um grande esforço inicial para a sua definição e elaboração. Depois de prontas, porém, se transformam em simples ferramentas que, quando alimentadas, geram resultados automaticamente.

Nem todos os processos repetitivos, no entanto, podem ser eliminados. O cálculo de CRTR, por exemplo, deve ser repetido para cada período cujo desempenho se deseja controlar. Mesmo assim, muitas das contas necessárias já são realizadas rotineiramente pela equipe de contratos, com o objetivo de atender aos procedimentos padronizados da empresa construtora. O valor obtido de produção, por exemplo, representa um excelente ponto de partida para a obtenção de CRTR.

Considerando que os esforços iniciais já foram empreendidos, e que as três variáveis já foram obtidas, o GVA proporciona resultados praticamente instantâneos, e que não exigem uma avaliação minuciosa, item a item, como no método manual.

Além disso, o processo pode ser feito por uma única pessoa, e não depende de opiniões ou experiências pessoais.

6.3.2.2 Precisão e perfil dos resultados

Diferentemente do método manual, que resultava em uma única ENT por mês, a utilização do GVA proporcionou a obtenção de várias curvas de estimativas, com precisões diferentes entre si, e variáveis ao longo do tempo.

A curva de estimativas obtida através do índice constante apresentou boa precisão, também se mantendo sempre no intervalo de $\pm 5\%$ de ONT. Isso indica que o custo real sempre esteve próximo ao orçado, tanto na parcela de trabalho já realizado, quanto na de trabalho a realizar. Sendo assim, podemos afirmar que os custos unitários previstos em orçamento se confirmaram na prática.

Analisando as demais curvas, observa-se que:

- No período inicial (1º ao 6º mês), IDP proporcionou resultados mais precisos.
- No período intermediário (7º ao 22º mês), os melhores resultados foram obtidos com IDC.
- No período final (23º ao 32º mês), ambos os índices apresentaram resultados muito semelhantes, convergindo progressivamente para o custo final real.
- As estimativas obtidas através do índice composto apresentaram resultados intermediários entre aquelas obtidas com IDP e IDC. Conforme previsto, eles se aproximaram de IDP nos meses iniciais, e de IDC nos meses finais.

Apesar da diferença na precisão dos resultados ao longo do tempo, é possível verificar que as estimativas obtidas com IDP foram, durante todo o projeto, as maiores (mais pessimistas) entre as três curvas. Os resultados obtidos com IDC foram os mais otimistas, enquanto que aqueles obtidos com o índice composto assumiram valores intermediários.

As estimativas com IDP foram elevadas porque o custo sempre se manteve próximo ao orçado, mesmo com o baixo desempenho de prazos obtido durante alguns períodos. Os principais motivos para isso podem ser:

- Desconsideração de custos indiretos.
- Inexistência (ou baixa relevância) de custos diretos adicionais para aceleração de prazo.

A baixa precisão dos resultados obtidos com IDC ocorreu, nos meses iniciais, porque a quantidade de trabalho realizado e de custo incorrido ainda era muito baixa. Nesta fase, qualquer item que apresentasse uma economia ou um gasto excessivo possuía grande influência na determinação de IDC e, conseqüentemente, no cálculo de ENT. Apesar disso, a precisão das estimativas obtidas com IDC após o período inicial pode ser considerada satisfatória.

6.3.2.3 Literatura x estudo de caso

Viu-se, durante a aplicação do GVA ao estudo de caso, que as ENTs mais precisas foram obtidas através do índice constante.

É importante destacar, no entanto, que os resultados podem ser bastante diferentes quando analisarmos projetos com características distintas.

Tome-se como exemplo o estudo de COVACH, HAYDON e REITHER. De acordo com os autores, o índice mais preciso para a obtenção das ENTs seria o IDC_3 (médio A). A conclusão, no entanto, foi obtida a partir da análise de contratos relacionados à engenharia de armamentos norte americana (COVACH; HAYDON; REITHER, 1981, apud VARGAS, 2013).

Já CHRISTENSEN conclui, em sua análise de contratos do departamento de defesa americano, que o índice de prazo e custo ($IPC = IDP \times IDC$) seria aquele que levaria aos melhores resultados de ENT (CHRISTENSEN, 1996, apud VARGAS, 2013).

Por outro lado, BRIGHT e HOWARD, que analisaram projetos do exército americano, sugerem a utilização de um índice composto (com peso elevado para IDP) nos períodos iniciais, um IDC médio de 3, 6 ou 12 meses nos períodos intermediários, e um IDC acumulado nos períodos finais (BRIGHT; HOWARD, 1981, apud VARGAS, 2013).

6.3.3 Qual método utilizar?

Conforme apresentado inicialmente, o principal objetivo desta monografia era comparar dois métodos para a estimativa do custo final da obra utilizada como estudo de caso: o método manual, aplicado originalmente durante o desenvolvimento do projeto; e o GVA, fundamentado no capítulo 2.

Apresentados os processos necessários à aplicação de cada um dos métodos e os seus respectivos resultados, é possível agora ponderar qual deles seria o mais adequado para o cálculo das ENTs do projeto.

Para esta conclusão, no entanto, é preciso avaliar alguns aspectos principais: facilidade de aplicação do método; precisão dos resultados obtidos em relação ao custo final real já conhecido; objetividade; perfil das ENTs (otimista, realista ou pessimista).

6.3.3.1 Facilidade de aplicação

Para comparar a facilidade de aplicação, é preciso levar em consideração os seguintes aspectos: esforço inicial, dificuldade de obtenção e tratamento dos dados, e rapidez no cálculo.

Quanto ao esforço inicial, pode-se dizer que o método manual é o mais vantajoso. Isso porque não existe nenhuma demanda inicial para a sua implantação. Já o GVA exige um processo trabalhoso de análise e adaptação das EAPs, obtenção da curva de COTA, e determinação das premissas para a medição de COTR e CRTR.

O método manual também supera o GVA no que diz respeito a dificuldade de obtenção e tratamento dos dados. Enquanto ele se baseia em uma soma simples de valores contratados e estimados, o GVA demanda a obtenção de dados de faturamento e de avanço físico, além de considerações a respeito de adiantamentos, provisões, estoques, nível de esforço, etc. É importante observar, no entanto, que no caso da construtora que estudamos, quase todas as informações já são obtidas e tratadas normalmente, fazendo com que sejam necessárias apenas algumas considerações adicionais para viabilizar a aplicação do valor agregado.

Já em relação a rapidez de cálculo, a vantagem do GVA é muito grande. Após um esforço inicial para criação de uma planilha apropriada, as ENTs mensais são obtidas automaticamente a partir da simples apropriação de duas variáveis: COTR e CRTR. Enquanto isso, o método manual demanda uma avaliação minuciosa de todas as contratações realizadas e a realizar, consumindo muito mais tempo.

6.3.3.2 Precisão dos resultados

Para avaliar a precisão dos resultados, em relação ao custo final real já conhecido, faz-se necessário comparar as ENTs obtidas através do método manual com aquelas calculadas por meio do GVA com índice constante.

O índice constante foi o escolhido por ter apresentado os resultados mais precisos entre os índices analisados, conforme apresentado anteriormente.

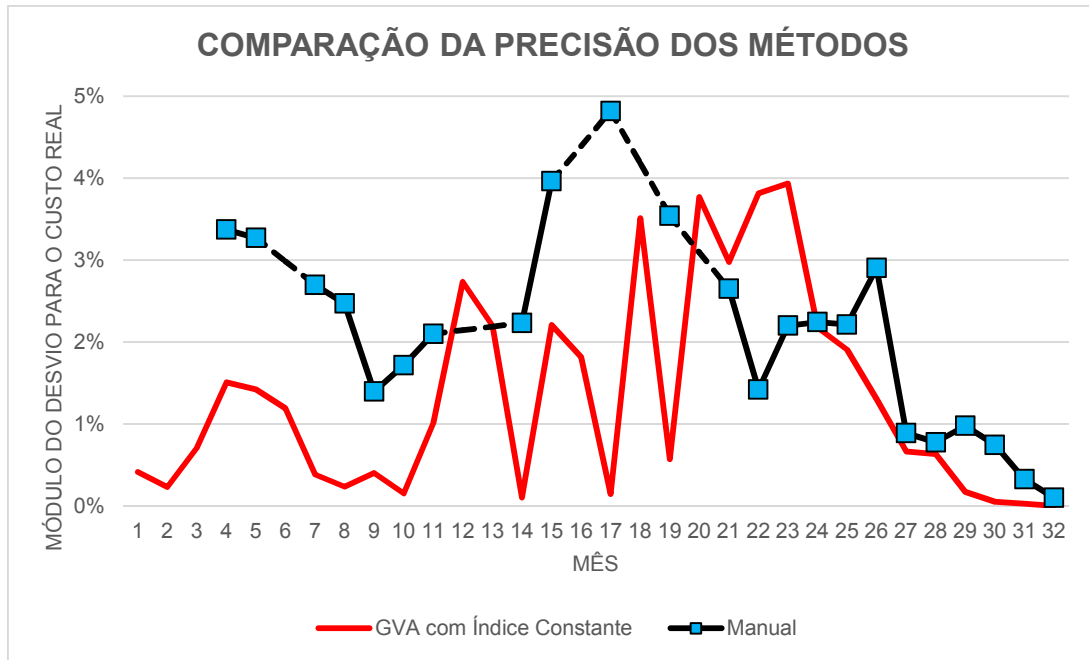


Figura 28 – Comparação da precisão dos métodos

É possível observar, na Figura 28, que os resultados obtidos através do GVA com índice constante foram aqueles que apresentaram os menores desvios em relação ao custo final real, durante quase todo o projeto.

As únicas exceções ficaram por conta dos meses 12, 20, 21, 22 e 23. No entanto, é importante lembrar que nos meses 12 e 20 não houve cálculo de ENT através do método manual, e o valor foi adotado de acordo com variação linear entre as estimativas mais próximas.

Sendo assim, é possível concluir que o método do GVA com índice constante demonstrou-se mais preciso que o manual. Além disso, pode-se dizer que a precisão obtida com o índice constante foi boa, com quase todos os resultados variando entre $\pm 3\%$ do custo final real (exceções observadas em apenas 4 dos 32 períodos medidos).

6.3.3.3 Objetividade

O GVA é um método altamente objetivo. Os valores de COTA, COTR e CRTR, assim como os índices de desempenho e as ENTs, são todos obtidos a partir de fórmulas bem definidas, que não deixam qualquer margem para ponderações do gestor e do controlador de custos.

Por sua vez, o método manual é subjetivo, já que duas de suas variáveis (valores a contratar e a reduzir) são obtidas a partir das opiniões da equipe envolvida em sua aplicação. É importante acrescentar, no entanto, que a subjetividade do método é reduzida com o passar do tempo, já que o grau de incerteza diminui à medida que as contratações vão se concretizando.

Especificamente no caso da obra estudada, pode-se concluir que a objetividade do GVA se demonstrou mais eficaz, uma vez que obteve resultados mais precisos em relação ao custo final real.

No entanto, a subjetividade do método manual não representa, necessariamente, uma desvantagem. Da mesma forma que ela permite que ocorram falhas de consideração, também possibilita que sejam captados desvios pontuais, completamente alheios ao desempenho medido do projeto até a data de referência.

Suponha-se, como exemplo, que os índices de desempenho de um projeto genérico estejam, em um determinado momento, muito próximos à 1. Suponha-se, ainda, que o processo de concorrência de um serviço não iniciado, indique que a verba disponível em orçamento será insuficiente para a contratação.

Utilizando os índices de desempenho, as ENTs calculadas ficarão muito próximas ao ONT, e o GVA não será capaz de captar a tendência de aumento do custo originalmente previsto. Já o método manual permitirá essa identificação, uma vez que a equipe responsável por sua aplicação poderá aumentar a parcela de valores a contratar e, conseqüentemente, o valor de ENT.

6.3.3.4 Perfil das ENTs

Observando a Figura 27, é possível identificar quais foram as curvas mais otimistas e mais pessimistas ao longo do tempo, conforme a Tabela 4.

PERÍODO	PERFIL DAS ESTIMATIVAS	
	+ OTIMISTA	+ PESSIMISTA
4 E 5	GVA (IDC)	MANUAL
7	GVA (IDC)	GVA (IDP)
8 E 9	GVA (CONSTANTE)	GVA (IDP)
10	GVA (IDC)	GVA (IDP)
11, 14, 15, 17, 19	GVA (CONSTANTE)	GVA (IDP)
21 AO 29	GVA (IDC)	MANUAL
30 AO 32	GVA (CONSTANTE)	MANUAL

Tabela 4 – Perfil das ENTs ao longo do tempo

Vê-se, portanto, que as curvas obtidas manualmente, ou através do índice de prazos, se revezaram como as mais pessimistas, enquanto aquelas calculadas com índice constante ou IDC, se alternaram como as mais otimistas.

É importante destacar, no entanto, que a tendência observada neste estudo de caso não é constante para qualquer projeto. Ela depende de diversos fatores, como por exemplo:

- Perfil da equipe responsável pela elaboração das ENTs manuais.
- Atraso ou adiantamento dos prazos previstos.
- Aumento ou diminuição dos custos previstos.

Sobre o perfil das estimativas obtidas com o GVA para projetos em geral, podemos afirmar que (CHRISTENSEN, 1996, apud VARGAS, 2013):

Se $IDC < IDP < 1$, então $ENT_{IPC} > ENT_{IDC} > ENT_{IPC\ composto} > ENT_{IDP}$

Se $IDP < IDC < 1$, então $ENT_{IPC} > ENT_{IDP} > ENT_{IPC\ composto} > ENT_{IDC}$

Se $IDC > IDP > 1$, então $ENT_{IPC} < ENT_{IDC} < ENT_{IPC\ composto} < ENT_{IDP}$

Se $IDP > IDC > 1$, então $ENT_{IPC} < ENT_{IDP} < ENT_{IPC\ composto} < ENT_{IDC}$

Quanto aos resultados calculados com o método manual, é possível afirmar que as estimativas serão tanto mais baixas quanto mais otimista for o perfil da equipe responsável por elaborá-las.

6.3.3.5 Resumo

No intuito de simplificar as ponderações dos tópicos anteriores, apresentam-se a seguir, na Tabela 5, as principais vantagens e desvantagens de cada um dos métodos avaliados:

GVA x MÉTODO MANUAL		GVA (ÍNDICE CONSTANTE)	MÉTODO MANUAL
Facilidade de aplicação	Esforço inicial	Maior	Menor
	Dificuldade de obtenção e tratamento dos dados	Maior	Menor
	Rapidez no cálculo	Maior	Menor
Precisão dos resultados		Maior	Menor
Objetividade		Objetivo	Subjetivo
Perfil das ENTs		Otimista	Pessimista

Tabela 5 – Resumo da comparação entre os métodos GVA e Manual

As células em destaque representam a vantagem de um método em relação ao outro, considerando as características do estudo de caso.

É importante ressaltar que a precisão dos resultados e o perfil das ENTs poderá variar para outros casos, dependendo de alguns fatores principais como: tipo de projeto, perfil da equipe, atraso ou adiantamento de prazo, aumento ou redução de custo, etc.

A objetividade do GVA foi considerada uma vantagem porque os critérios desse método proporcionaram resultados mais precisos de ENT no estudo de caso. No entanto, para outros projetos, é possível que a subjetividade do método manual seja vantajosa, possibilitando a captação de desvios pontuais imperceptíveis ao GVA.

Por fim, no que diz respeito ao perfil das ENTs, não há vantagem ou desvantagem de um método em relação ao outro. Ambos são importantes para a obtenção de um intervalo de estimativas possíveis.

6.3.3.6 Conclusões

Com base nas ponderações feitas para cada um dos quesitos avaliados, este autor entende que nenhum dos métodos é capaz de suprir, sozinho, todas as demandas de um projeto.

A objetividade do GVA proporciona a obtenção de uma série de curvas que extrapolam, de formas diferentes, o desempenho real do projeto medido em uma determinada data de referência. No entanto, também impede a sinalização de futuros desvios pontuais, que apesar de já conhecidos ou esperados, ainda não ocasionaram prejuízo aos índices de desempenho calculados.

O método manual, por sua vez, permite qualquer tipo de consideração sobre o desempenho futuro do projeto, independentemente do cenário atual. Contudo,

possibilita a obtenção de uma única estimativa por período, cujo resultado é fortemente influenciável por opiniões pessoais.

Quanto ao perfil das estimativas, pode-se dizer que:

- Quanto melhor o desempenho atual do projeto, mais otimistas serão as estimativas calculadas com o GVA.
- Quanto mais pessimista for o perfil da equipe responsável pela execução do método manual, maiores serão os valores estimados para o custo final real.

Quando utilizados em conjunto, no entanto, os métodos podem gerar um eficiente intervalo de estimativas, dentro do qual estará, com alto grau de probabilidade, o custo final real.

A obtenção deste intervalo de estimativas, aliada à avaliação positiva sobre a viabilidade de implantação do GVA, levam este autor a concluir que ambos os métodos devem ser empregados em conjunto para prever o custo final de projetos futuros, desde que estes possuam características semelhantes às do estudo de caso.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MATTOS, A. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®)**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

VARGAS, R. **Análise de valor agregado: revolucionando o gerenciamento de prazos e custos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.