

KAREN FREITAS ALVES

Análise e aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos em obras de loteamentos urbanos residenciais

São Paulo
2017

KAREN FREITAS ALVES

Análise e aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos em obras de loteamentos urbanos residenciais

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

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso

São Paulo

2017

KAREN FREITAS ALVES

Análise e aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos em obras de loteamentos urbanos residenciais

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

Área de Concentração:
Inovação na Construção Civil

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso

São Paulo

2017

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

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Alves, Karen Freitas

Análise e aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos em obras de loteamentos urbanos residenciais / K. F. Alves -- versão corr. -- São Paulo, 2017.

89 p.

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

1. Construção Civil 2. Loteamentos urbanos 3. Valor agregado
4. Monitoramento [controle] 5. Obras I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II. t.

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me deu liberdade para buscar meus sonhos e amor para que tivesse segurança nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade de São Paulo e ao Departamento de Engenharia da Construção Civil da Escola Politécnica, que por meio do Programa de Mestrado Profissional, me possibilitaram a vivência da vida acadêmica de pós-graduação aliada à minha rotina profissional.

Agradeço especialmente ao Professor Doutor Luiz Reynaldo de Azevedo Cardoso, meu orientador, que teve um papel essencial na construção do meu conhecimento e no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço à Professora Doutora Karin Regina de Casas Castro Marins e ao Professor Doutor Francisco Ferreira Cardoso por suas importantes contribuições e direcionamentos na banca do terceiro relatório do programa. Obrigada também pelos valiosos ensinamentos passados em suas aulas durante o curso.

Agradeço à empresa em que trabalho pela oportunidade profissional e pela disponibilização de dados e informações para a minha pesquisa. Agradeço à Shirlei Bazan, pela confiança no meu trabalho, interesse na minha pesquisa e incentivo à inovação. Agradeço aos meus colegas de trabalho que contribuem diariamente nas discussões teóricas e profissionais. É muito gratificante trabalhar em uma empresa aberta ao intercâmbio com a universidade e com pessoas que buscam alinhar conhecimento acadêmico com as práticas do dia-a-dia.

Agradeço à minha mãe, que por sua dedicação, persistência e força, sempre foi exemplo de formação e educação para mim e para minha irmã. Você abriu as portas e somos guiadas pelo exemplo. Obrigada pelo amor, pela liberdade, pelo apoio em todos os momentos. Sem você, eu não seria confiante e capaz.

Agradeço ao meu pai e à minha tia Lígia, que mesmo não estando mais entre nós, sempre vibraram e demonstraram orgulho e satisfação com cada desafio superado e conquista alcançada. Obrigada pela positividade, pela alegria e pela proteção.

Agradeço com carinho à minha irmã e meu cunhado. Obrigada pelos meus sobrinhos, Maria Clara, Lucas e Serena, eles são a concretização do amor incondicional que só a família nos traz.

Agradeço aos meus colegas de estudo da Poli-USP, da UFRGS e de outras universidades, que sempre me ofereceram ótimos exemplos e oportunidades de trocas e aprendizado.

Finalmente, agradeço aos meus amigos. Obrigada por estarem por perto e por torcerem por mim, seja em São Paulo, Porto Alegre ou qualquer outro lugar do Brasil ou do mundo. Com vocês a vida é mais alegre.

RESUMO

ALVES, Karen Freitas. **Análise e aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos em obras de loteamentos urbanos residenciais.** 2017. 88f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Nesta dissertação é realizada a aplicação do método do valor agregado no monitoramento e controle da execução de obras de loteamentos urbanos residenciais. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a aplicação do método e sobre os métodos e teorias de gestão mais usuais no controle de obras da construção civil. Como não foi identificada nenhuma bibliografia com a aplicação do método do valor agregado nesse tipo de obras, foi realizada a aplicação em trinta e quatro empreendimentos de uma empresa do setor, a fim de verificar sua efetividade no monitoramento e controle das obras. Essa aplicação foi descrita detalhadamente para possível aplicação em ferramenta de monitoramento e controle de outras obras de loteamentos urbanos residenciais, que compreende obras de infraestrutura urbana, edificações e paisagismo. Para verificação da efetividade da aplicação do método do valor agregado, foi analisado o seu resultado em relação ao custo real final das obras e realizada a comparação entre as projeções de prazo e custo obtidas com a aplicação e as projeções do método atual de monitoramento e controle da empresa. Dessa forma, verificou-se que a aplicação do método do valor agregado para projeção de custos de obras é efetiva, porém não apresenta os mesmos resultados em relação à projeção de prazo de finalização.

Palavras-chave: Construção civil. Loteamentos urbanos residenciais. Método do valor agregado. Monitoramento e controle. Execução de obras.

ABSTRACT

ALVES, Karen Freitas. **Analysis e application of earned value analysis in schedule and cost's monitoring and controlling of residential urban development projects.** 2017. 88f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

This dissertation performs the application of the earned value analysis (EVA) in the execution's monitoring and controlling of residential urban development projects. Initially, it was done a bibliographic review about the application of EVA and about the most recognized methods and theories of management and construction work's controlling. How it wasn't found bibliography about the application of the earned value analysis in this type of projects, it was applied in thirty-four projects of a company of the sector, in order to verify its effectiveness in the work's monitoring and controlling. This application was described in detail for future application in a monitoring and controlling's tool for other residential urban development works, which includes urban infrastructure works, buildings and landscaping. In order to verify the effectiveness of the method's application, the result was analyzed in relation of final real cost of works and a comparison was done between the projections of time and cost obtained with the application of EVA with the projections obtained with the current method of monitoring and controlling of the company under study. Therefore, it was verified that the application of the earned value analysis for the projection of construction costs is effective, but it doesn't show the same results about the projection of the work's completion period.

Keywords: Civil construction. Residential urban development projects. Earned value analysis. Monitoring and controlling. Construction works.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grau de oportunidade da mudança em função do tempo - - - - -	27
Figura 2 - Ciclo PDCA - - - - -	28
Figura 3 - Fluxos da construção - - - - -	29
Figura 4 - Grupos de processos de gerenciamento de projetos - - - - -	30
Figura 5 - Valor agregado, valor planejado e custos reais - - - - -	35
Figura 6 - Índice de desempenho para término (IDPT) - - - - -	39
Figura 7 - Fases do ciclo de vida do empreendimento - - - - -	41
Figura 8 - Divisão da amostra por região - - - - -	44
Figura 9 - Item de controle e custo unitário - - - - -	56
Figura 10 - Linha de base total e por serviços - - - - -	56
Figura 11 - Execução de serviço mensal - - - - -	57
Figura 12 - Custo real mensal - - - - -	57
Figura 13 - Valor agregado, variação de prazo e variação de custo - - - - -	58
Figura 14 - Análise do empreendimento - - - - -	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação projeção de custos – Produto A Geral - - - - -	72
Gráfico 2 - Comparação projeção de custos – Produto A região sul - - - - -	73
Gráfico 3 - Comparação projeção de custos – Produto A região sudeste - - - -	73
Gráfico 4 - Comparação projeção de custos – Produto A região centro-oeste	74
Gráfico 5 - Comparação projeção de custos – Produto A região nordeste - - -	74
Gráfico 6 - Comparação projeção de custos – Produto A região norte - - - - -	75
Gráfico 7 - Comparação projeção de custos – Produto B Geral - - - - -	75
Gráfico 8 - Comparação projeção de custos – Produto B região sul - - - - -	76
Gráfico 9 - Comparação projeção de custos – Produto B região sudeste - - - -	77
Gráfico 10 - Comparação projeção de custos – Produto B região centro-oeste	77
Gráfico 11 - Comparação projeção de custos – Produto B região nordeste - -	78
Gráfico 12 - Comparação projeção de custos – Produto B região norte - - - - -	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos urbanísticos para loteamento - - - - -	24
Quadro 2 - Do projeto do loteamento - - - - -	25
Quadro 3 - Produtos da empresa - - - - -	42
Quadro 4 - Processos de monitoramento e controle na fase de execução - - -	45
Quadro 5 - Análises realizadas - - - - -	47
Quadro 6 - Estrutura analítica de projetos padrão - - - - -	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variação da tendência em relação ao custo final do Produto A - - - - -	48
Tabela 2– Variação da tendência em relação ao custo final do Produto B - - - - -	50
Tabela 3 – Variação tendência prazo em relação à duração final do Produto A -	52
Tabela 4 – Variação tendência prazo em relação à duração final do Produto B -	53
Tabela 5 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto A - - -	62
Tabela 6 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto B - - -	65
Tabela 7 – Variação projeção de prazo em relação à duração final do Produto A	69
Tabela 8 – Variação projeção de prazo em relação à duração final do Produto B	70
Tabela 9 – Comparação projeção de prazos – Produto A - - - - -	79
Tabela 10 – Comparação projeção de prazos – Produto B - - - - -	80

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - $VA = \% \text{Executado} \times \text{Custo Orçado}$ - - - - -	35
Equação 2 - $VPr = VA - VP$ - - - - -	36
Equação 3 - $VC = VA - CR$ - - - - -	36
Equação 4 - $IDP = VA / VP$ - - - - -	37
Equação 5 - $IDC = VA / CR$ - - - - -	37
Equação 6 - $ENT = CR + ONT - VA$ - - - - -	38
Equação 7 - $ENT = ONT / IDC$ - - - - -	38
Equação 8 - $ENT = (CR + ONT - VA) / IDC \times IDP$ - - - - -	38
Equação 9 - $IDPT = (ONT - VA) / (ONT - CR)$ - - - - -	38
Equação 10 - $IDPT = (ONT - VA) / (ENT - CR)$ - - - - -	39
Equação 11 - Tendência (R\$) = Valor Contratado + Escopo Adicional + Custo Mensal X Prazo Projetado	46
Equação 12 - $\Delta \text{ Projeção Custo (\%)} = (\text{tendência (período)} / \text{custo final}) - 1$ - -	47
Equação 13 - $\Delta \text{ Projeção Prazo (meses)} = \text{projeção de prazo} - \text{duração final}$	51
Equação 14 - $\Delta ENT = (ENT \text{ (período)} / CR \text{ final}) - 1$ - - - - -	61
Equação 15 - $\Delta \text{ Projeção Prazo} = (\text{prazo planejado} \times IDP \text{ (período)})$ - duração real	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALV	Área Líquida Vendável
ConstruBusiness	Congresso Brasileiro da Construção
CR	Custo Real (CR),
EVA	<i>Earned Value Analysis</i>
ENT	Estimativa no Término
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IDC	Índice de Desempenho de Custos
IDPT	Índice de Desempenho para Término
IDP	Índice de Desempenho de Prazos (IDP)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
IC	Itens de Controle de Medição (IC)
LB	Linha de Base
ONT	Orçamento no Término
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PD	Plano Diretor
PIB	Produto Interno Bruto
PMI	<i>Project Management Institute</i>
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
VA	Valor Agregado
VP	Valor Previsto
VC	Variação de Custo
VPr	Variação de Prazo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	CONTEXTO	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.3	OBJETIVOS	19
1.4	METODOLOGIA	19
2	O CONTROLE DE PRAZOS E CUSTOS EM OBRAS DE	22
	LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS	
2.1	OBRAS DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS	22
2.2	CONTROLE DE PRAZOS E CUSTOS EM OBRAS	26
3	O MÉTODO DO VALOR AGREGADO	32
3.1	HISTÓRICO	32
3.2	REQUISITOS PARA ANÁLISE	33
3.3	O MÉTODO	34
4	ESTUDO DE CASO	40
4.1	ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	40
4.2	A EMPRESA	40
4.3	A ESCOLHA DA AMOSTRA	43
4.4	O MÉTODO ALFA DE CONTROLE DE EXECUÇÃO DE OBRAS ---	45
4.4.1	A projeção de custos do método alfa	47
4.4.2	A projeção de prazos do método alfa	51
4.5	APLICAÇÃO DO MÉTODO DO VALOR AGREGADO NOS	54
	EMPREENDIMIENTOS ESTUDADOS	
4.6	PROJEÇÕES DE RESULTADOS DO MÉTODO DO MÉTODO DO	61
	VALOR AGREGADO	
4.6.1	Projeções de custo do método do valor agregado	61
4.6.2	Projeções de prazo do método do valor agregado	68
4.7	O MÉTODO ALFA X O MÉTODO DO VALOR AGREGADO	71
4.7.1	Comparando as projeções de custo	71
4.7.2	Comparando as projeções de prazo	79
5	CONCLUSÕES	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

O contexto macroeconômico do Brasil é refletido na construção civil em todos seus setores. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), no ano de 2014, iniciou-se uma trajetória de queda da participação da construção no produto interno bruto (PIB), com um recuo de 2,1% do PIB da construção em relação aos anos anteriores. Em 2015, a queda foi de 6,5%, atingindo níveis superiores à queda do PIB nacional de 3,8%. Em 2016, no acumulado até o terceiro trimestre, o patamar de redução do PIB da construção se manteve superior ao PIB nacional, sendo identificada uma queda nacional de 4% e a redução na construção de 4,4%. Nesses três últimos anos, a retração acumulada chega a aproximadamente 11%, sendo determinante para as dificuldades enfrentadas no setor.

Segundo Castelo e Gonçalves (2016), as obras que tiveram seu início por volta de 2012, no auge do crescimento imobiliário, estão sendo finalizadas e o volume de novas obras é significativamente menor. Adicionado a isso, governo, empresas e famílias são afetadas pelo encarecimento do crédito, confirmando uma redução do investimento. Os patamares atuais de atividade na construção podem ser equiparados ao cenário de meados de 2010.

Diante da diminuição do volume de negócios, o nível corrente de atividade foi reduzido, assim como o faturamento e o emprego. Essa redução está refletida na queda de 11,2% dos empregos com carteira assinada, levantada pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) em abril de 2016, segundo dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP, 2016a).

Ainda segundo do SINDUSCON-SP (2016b), as expectativas dos empresários do setor são otimistas em relação ao futuro, apesar dos resultados negativos acumulados no período. Entre os fatores visualizados que possibilitariam a retomada do crescimento, estão fatores externos às empresas como estímulos do governo e presença do Estado; e fatores de alterações internas como mudança de segmento

de mercado, promoção de mudanças organizacionais e investimento em novas tecnologias.

Adicionados às dificuldades macroeconômicas, existem fatores de gestão que preocupam o setor. No caderno técnico do 12º Congresso Brasileiro da Construção (ConstruBusiness) (FIESP, 2016), foi realizado um capítulo dedicado à responsabilidade com o investimento, e os pontos a serem observados na gestão das obras públicas de desenvolvimento urbano e infraestrutura são muito semelhantes às dificuldades enfrentadas nas obras privadas do setor. Existe uma preocupação sobre a previsibilidade física e financeira no desenvolvimento das obras e na redução do ciclo dos empreendimentos para que prejuízos não ocorram sobre as empresas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para que seja possível a previsibilidade física e financeira no desenvolvimento das obras com intuito de mitigar os desvios de custos e prazos da execução, este trabalho busca técnicas ou procedimentos que auxiliem na análise dos desvios em relação ao custo orçado e planejamento inicial das obras.

Quando se investigam as obras de infraestrutura urbana, que são grande parte da composição das obras de um loteamento urbano residencial, os órgãos oficiais do governo e as instituições de pesquisa nacional apresentam resultados das obras públicas baseados no investimento financeiro, como pode ser observado no Portal da Transparência (BRASIL, 2017). As medições de andamento das obras são apresentadas em relação ao desembolso de dinheiro, tendo poucos parâmetros de comparação com o planejamento e informações de andamento físico das obras.

Passando para as empresas privadas, as que adotam métodos de gestão de custos e prazos, muitas vezes têm deficiência na definição dos indicadores analisados e têm pouca rastreabilidade matemática nas suas projeções de resultados. A projeção de resultados é parte muito importante no gerenciamento de projetos, pois somente com a estimativa de custos e prazos de finalização, podem-se tomar ações corretivas para realinhamento do resultado das obras (COSTA, 2003).

Ao pesquisar sobre a gestão e monitoramento e controle, se destacam métodos como o ciclo PDCA proposto por Shewhart (1931), o *Lean Thinking* proposto por Koskela (1992), o 6 sigma desenvolvido pela Motorola e o método Kaizen desenvolvido no Japão pós guerra. Todos esses métodos abrangem o ciclo de vida do projeto com a visão de retroalimentação da cadeia sobre questões como desempenho e qualidade. Um dos métodos sugeridos pelo *Project Management Institute* (PMI, 2013), quando se trata de monitoramento e controle, é o método do valor agregado, que mede o desempenho e o progresso do projeto e tem como objetivo integrar custo, escopo e cronograma, verificando indicadores e realizando projeções de tendências de finalização.

Alinhado com a necessidade de previsibilidade de resultados em obras, exposta no ConstruBusiness (FIESP, 2016), existe uma busca de aprofundamento da análise dos desvios de custos e prazos nas obras de loteamentos urbanos residenciais, setor em que a autora da pesquisa trabalha. Por essa razão, esse trabalho se propõe a aplicar o método do valor agregado como forma de medição do desempenho e projeção de resultados da fase de execução de obras.

Analisada a bibliografia existente, são feitas investigações sobre o método do valor agregado no controle de custos e prazos há algum tempo. A aplicação do método em obras foi apresentada por Cândido, Carneiro e Heineck (2014). Netto e Quelhas (2014) tratam sobre a aplicação do método na execução de obras civis públicas. Morelli (2007) e Oliveira (2003) demonstram a aplicação do método na fase de projeto e na execução de projetos industriais.

Como visto, não foi identificada uma contribuição sobre a aplicação do método do valor agregado em obras de loteamentos urbanos residenciais. Dessa forma, essa pesquisa vislumbra uma capacidade de generalização técnica e contribuição acadêmica sobre o tema.

Diante do exposto, foi identificada a seguinte questão de pesquisa: ***como o método do valor agregado pode auxiliar na análise de desvios de prazos e custos de obras de loteamentos urbanos residenciais?***

Com a finalidade de auxiliar a pesquisa, foram definidas as questões específicas:

- Como é o processo de implantação do método nas ferramentas de controle de obras de loteamentos urbanos residenciais?
- Quais são os possíveis impactos de aplicação do método na análise de resultado das obras?
- A aplicação do método apresenta limitações de resultados na aplicação em obras de loteamentos urbanos residenciais?

1.3 OBJETIVOS

A partir das questões de pesquisa apresentadas, foram propostos os objetivos do estudo.

O objetivo principal desta pesquisa é investigar e aplicar o método do valor agregado para análise de desvios de prazos e custos em obras de loteamentos residenciais.

Os objetivos específicos podem ser expressos como:

- Apresentar o processo de implantação do método nas ferramentas de controle de obras de loteamentos urbanos residenciais;
- Comparar a aplicação do método do valor agregado com o método atual de controle de obras, baseado em estudo de caso;
- Identificar os benefícios e limitações de resultados com a aplicação do método.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa para atingimento dos objetivos propostos nessa dissertação seguem as etapas de pesquisa descritas abaixo.

Como primeira etapa, foi identificado, por meio de observação, um possível problema dos métodos de monitoramento e controle de prazos e custos de uma empresa de loteamentos urbanos residenciais, e proposto o tema da pesquisa. Segundo Severino (2014), a primeira atividade de um pesquisador ao trabalhar com um método é a observação de fatos que tende a uma problematização e à busca da

causa dos acontecimentos dos fenômenos observados, resultando na formulação de uma hipótese que deve ser verificada em campo para uma possível confirmação e consequente surgimento de uma lei.

Como segunda etapa, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre construção civil, direcionada aos métodos de monitoramento e controle em gerenciamento de projetos, mais especificamente em gerenciamento do valor agregado. Foram identificados trabalhos sobre o método do valor agregado aplicado ao setor.

Como terceira etapa, foi realizado estudo de caso para análise de resultados extraídos de projeções de custo e prazo do método atual de monitoramento e controle de execução de obras de uma empresa de loteamentos urbanos residenciais, para posterior comparação com os resultados obtidos com a aplicação do método do valor agregado na mesma amostra. Segundo Yin (2010), do ponto de vista do seu escopo, o estudo de caso é uma investigação empírica que estuda um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, sem limites claramente definidos entre fenômeno e contexto.

Conforme Corrêa, Kurokawa e Yee (2015), a observação é o método básico para coleta de informação e pode ser classificada como sistemática ou assistemática; individual ou em equipe; participante ou não participante; em laboratório ou em campo (informação verbal)¹.

Para coleta de dados para a análise de resultados, foi realizada uma observação nos empreendimentos com obras em execução com finalização prevista até dezembro de 2016, classificada da seguinte forma:

- Sistemática, onde foram selecionados os empreendimentos com obras em andamento, com tipos de produtos previamente definidos, com métodos de monitoramento e controle igualmente aplicados, analisados em um mesmo período de tempo;
- Individual, pois os dados foram extraídos exclusivamente pela pesquisadora;

¹ Informação apresentada por Corrêa, Kurokawa e Yee em aula ministrada da disciplina PCC5965 – Métodos Científicos do Programa de Mestrado Profissional, Contruinova da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2015.

- Não participante, pois a pesquisadora extraiu os dados reportados pelas equipes de campo, responsáveis pela execução das obras;
- Em laboratório, pois a coleta de informação não ocorreu no local de execução das obras, ela foi realizada pela obtenção de informações através de um sistema de compartilhamento de arquivos.

Como quarta etapa, foi realizada a aplicação do método do valor agregado no controle de prazos e custos da fase de execução das obras da empresa. Concluída a aplicação, foi realizada a comparação entre os dois métodos e analisados os resultados.

Como quinta etapa, foram realizadas as conclusões do trabalho após o término da análise dos resultados obtidos com o estudo de caso.

Para atendimento das etapas propostas da metodologia de pesquisa, o trabalho está estruturado em quatro capítulos, além do presente capítulo, no qual foi apresentado o contexto, a justificativa de pesquisa, os objetivos e a metodologia.

No capítulo 2, são conceituadas as obras de loteamentos urbanos residenciais e o controle de prazos e custos nessas obras.

No capítulo 3, são apresentados conceitos sobre o método do valor agregado e sua implantação.

No capítulo 4, é realizado o estudo de caso que norteia a pesquisa, com a implantação do método do valor agregado como ferramenta de controle de prazos e custos em trinta e quatro obras de uma empresa de loteamentos residenciais para comparação com o método atual de controle na empresa.

Finalmente no capítulo 5, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e sugerido novo trabalho relacionado ao tema.

2 O CONTROLE DE PRAZOS E CUSTOS EM OBRAS DE LOTEAMENTOS URBANOS RESIDENCIAIS

2.1 OBRAS DE LOTEAMENTOS URBANOS RESIDENCIAIS

No Brasil, as regras para parcelamento do solo urbano foram descritas no capítulo 1, artigo 2º, da Lei Federal 6.766 (BRASIL, 1979) com a seguinte definição:

§ 1º - Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

Cada lote destinado à edificação deve ser servido de infraestrutura básica de escoamento de águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

De acordo com Mascaró e Yoshinaga (2005), entende-se por infraestrutura urbana o conjunto de obras que constituem os suportes do funcionamento das cidades e que possibilitam o uso urbano do solo, isto é, o conjunto de redes básicas de condução e distribuição: rede viária, água potável, redes de esgotamento, energia elétrica, gás, telefone, entre outras, que viabilizam a mobilidade das pessoas, o abastecimento e a descarga, a dotação de combustíveis básicos, a condução das águas, a drenagem e a retirada dos despejos urbanos.

A lei de parcelamento do solo sofreu diversas revisões e em 2004 foi publicado o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que estabelece normas de ordem pública e interesse social para regulamentação do uso da propriedade urbana com vista no bem coletivo, segurança, bem-estar dos cidadãos e equilíbrio ambiental.

O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) determina que todas as cidades com mais de vinte mil habitantes devem ter um Plano Diretor (PD) que é o instrumento básico

sobre a política de desenvolvimento e expansão urbana, aprovado pela Câmara Municipal. O plano diretor necessita conter no mínimo:

- Definição das áreas urbanas onde é possível o parcelamento, construção de edificações ou utilização compulsória conforme a existência de infraestrutura e demanda;
- Determinação das áreas urbanas em que o Poder Público tem direito à preempção;
- Identificação de áreas onde são permitidas construções acima do coeficiente de aproveitamento básico, relação entre a área edificável e a área do terreno, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário;
- Identificação de áreas com possibilidade de alteração do uso do solo, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário;
- Delimitação de áreas onde podem ser aplicadas operações consorciadas entre Poder Público municipal, proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, visando transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental;
- Identificação de imóvel urbano, privado ou público, que possa ser necessário para implantação de equipamento urbano ou comunitário, preservação, urbanização de áreas ou habitação de interesse social (HIS), dando ao proprietário a transferência do direito de construir;
- Sistema de acompanhamento e controle.

O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) também define os requisitos urbanísticos para os loteamentos, apresentados no quadro 1, e as diretrizes de projeto, apresentadas no quadro 2, que devem estar alinhadas com as exigências dos municípios, vistos abaixo.

Quadro 1 – Requisitos urbanísticos para loteamento

ÁREAS RELATIVAS	REQUISITOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de circulação; • Equipamento urbano e comunitário; • Espaços livres de uso público. 	<p>Densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal.</p>
<p>Gleba</p>	<p>Índices urbanísticos de parcelamento do solo da zona específica.</p>
<p>Lotes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Área mínima de 125 m²; • Frente mínima de 5 metros; • Índices urbanísticos de ocupação do solo da zona específica; • Coeficiente máximo de aproveitamento da zona específica.
<ul style="list-style-type: none"> • Águas correntes e dormentes; • Faixa de domínio público das rodovias, ferrovias e dutos. 	<p>Faixa <i>non aedificandi</i> de 15 metros de cada lado.</p>
<p>Viário</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Articular com vias adjacentes, existentes ou projetadas; • Harmonizar com topografia local.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Brasil (2004).

Quadro 2 – Regras do projeto do loteamento

ETAPA	MATERIAL
Fixação de Diretrizes	<ul style="list-style-type: none"> • Divisas da gleba a ser loteada; • Curvas de nível, • Cursos d'água, bosques e construções existentes; • Arruamentos contíguos a todo o perímetro; • Localização das vias, áreas livres, equipamentos urbanos e comunitários existentes no local ou em suas adjacências; • Uso predominante a que o loteamento se destina; • Características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas.
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Subdivisão das quadras em lotes, com as respectivas dimensões e numeração; • Sistema de vias com a respectiva hierarquia; • Dimensões lineares e angulares do projeto; • Perfis longitudinais e transversais de todas as vias de circulação e praças; • Indicação dos marcos de alinhamento e nivelamento; • Indicação em planta e perfis de todas as linhas de escoamento das águas pluviais.
Memorial	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição sucinta do loteamento; • Condições urbanísticas do loteamento e as limitações que incidem sobre os lotes e suas construções, além daquelas constantes das diretrizes fixadas; • Indicação das áreas públicas que passarão ao domínio do município no ato de registro do loteamento; • Enumeração dos equipamentos urbanos, comunitários e dos serviços públicos ou de utilidade públicas, já existentes no loteamento e adjacências.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Brasil (2004).

Após a aprovação do projeto, deve ser realizado o registro do loteamento dentro do prazo de 180 dias, ficando sujeito à caducidade da aprovação caso esse prazo seja ultrapassado. Fica registrado uma indicação para cada lote, averbação de alterações, abertura de ruas e praças e áreas destinadas a espaços livres ou equipamentos urbanos. Com exceção dos lotes, a partir do registro, os demais itens passam a ser de domínio do município.

Outra modalidade de loteamento urbano são os loteamentos fechados, ou chamados condomínios, concebidos pela Lei 4.591 (BRASIL, 1964) que considera cada lote como unidade autônoma, atribuindo a ele uma fração ideal da gleba e coisas comuns, como viário, áreas e edificações de uso comum, vinculando a execução da casa ao incorporador. Para o registro é necessária a informação da incorporação imobiliária e a instituição do condomínio junto à matrícula da gleba, assim como a conclusão das obras de infraestrutura.

Como citado no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), os municípios tem autonomia para planejar o seu processo de urbanização, e nesse caso, diversos municípios têm legislação específica para essa modalidade de parcelamento do solo.

Dessa forma, cabe às empresas loteadoras aprovarem o projeto e realizarem o registro do empreendimento conforme a legislação de cada município. Além disso, as empresas devem alinhar as expectativas dos clientes com as exigências legais ao conceber os projetos de infraestrutura básica exigidos para a execução do loteamento, as estruturas de lazer como clubes, praças e quadras esportivas, e estruturas de segurança como fechamento perimetral e portarias.

2.2 CONTROLE DE PRAZOS E CUSTOS EM OBRAS

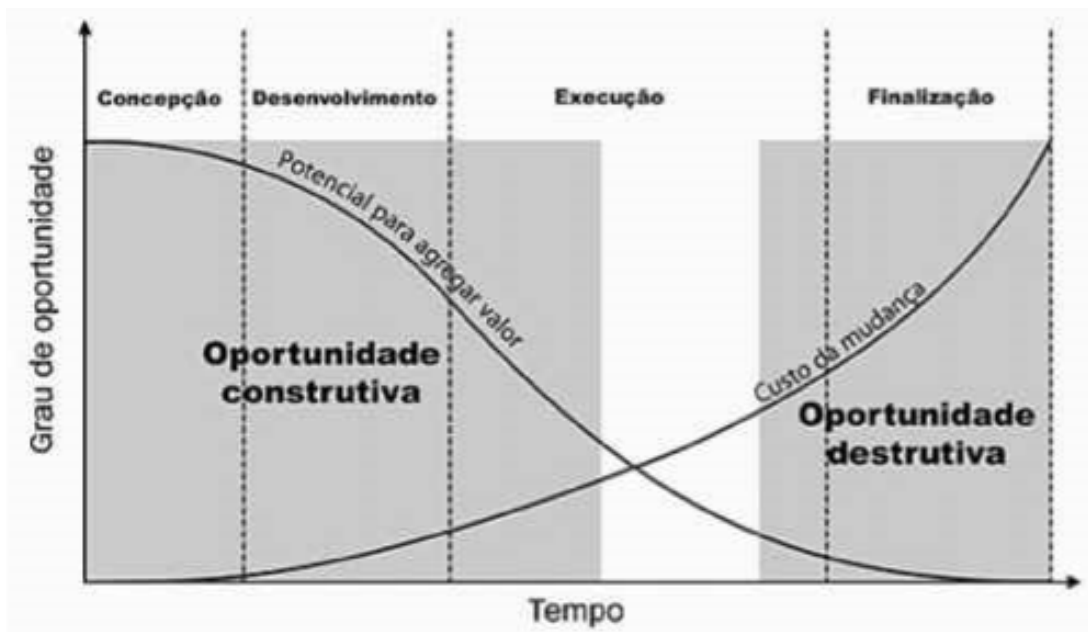
Na empresa estudada, da concepção de um loteamento urbano residencial até a entrega para o cliente, existem diversas etapas para a sua finalização. A execução da obra é fundamental para a realização do produto e demanda o maior esforço financeiro, exigindo grande necessidade de controle. Quando se foca a questão do controle na execução de obras, dois dos itens de maior atenção são o controle de prazos e custos.

Segundo Limmer (1997), o controle vem precedido da necessidade do planejamento, processo pelo qual são estabelecidos objetivos, discutidas expectativas de ocorrência de situações, trocadas informações e divulgados resultados. Além disso, o planejamento possibilita a definição da organização para a execução do projeto dentro do prazo (cronograma), atendimento de custos estabelecidos e a definição de referenciais de controle. O controle é a ação posterior à verificação dos resultados do planejamento que toma providências de correção e mitigação de resultados negativos.

A seguir é descrito o planejamento e controle sob a perspectiva de Mattos (2010), que segundo o qual, o controle vem acompanhado do planejamento e que tem como benefício a identificação oportuna de situações e indícios desfavoráveis, permitindo ao gestor a tomada de providências e medidas preventivas ou corretivas a tempo do menor impacto dos desvios no custo e prazo da obra.

O tempo de identificação de desvios tem um papel determinante nas oportunidades de um projeto, que são classificadas como oportunidades construtivas ou destrutivas de acordo com a antecipação de sua identificação, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 – Grau de oportunidade da mudança em função do tempo



Fonte: Mattos (2010).

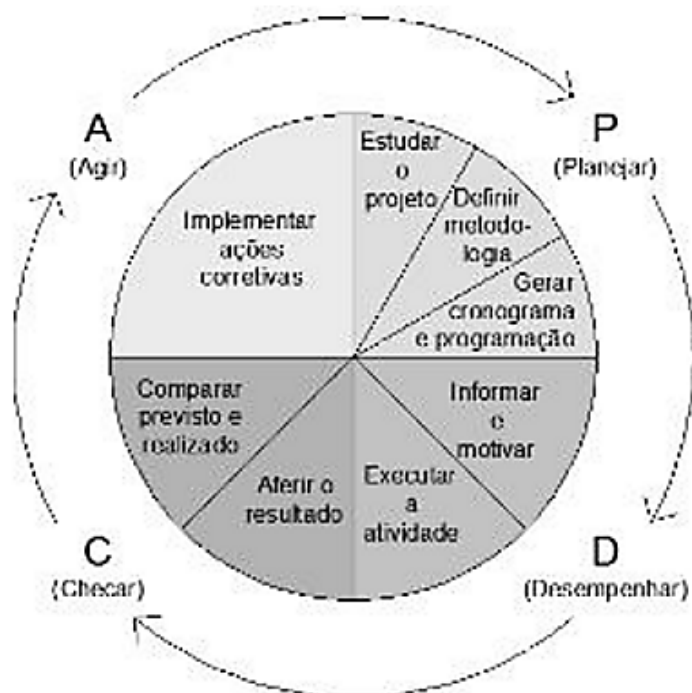
Ainda segundo Mattos (2010), outro benefício do planejamento e controle é a agilidade de decisões para assuntos do dia-a-dia de execução da obra, como a

gestão de equipamentos e equipes. Estudos realizados no Brasil e no exterior indicam que as deficiências no processo de planejamento e controle têm forte impacto no desempenho da construção. Quando mal realizados, eles estão entre as principais causas de baixa produtividade, elevadas perdas e baixa qualidade dos produtos do setor.

Desenvolvido por Shewhart na década de 1920 e disseminado por Deming na década de 1950, o princípio da melhoria contínua, ilustrado pelo ciclo PDCA, é outra teoria que trata sobre planejamento e controle, atividades constantes durante o ciclo de vida de um projeto, permitindo a aferição do desempenho e promovendo alteração de processos para alcance de metas estabelecidas.

Ainda de acordo com Mattos (2010), por ciclo PDCA, entende-se o conjunto de ações ordenadas interligadas entre si, dispostas graficamente em um círculo em que cada quadrante corresponde a uma fase do processo: P (*plan* = planejar); D (*do* = fazer, desempenhar); C (*check* = checar, controlar); A (*act* = agir, atuar), conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Ciclo PDCA



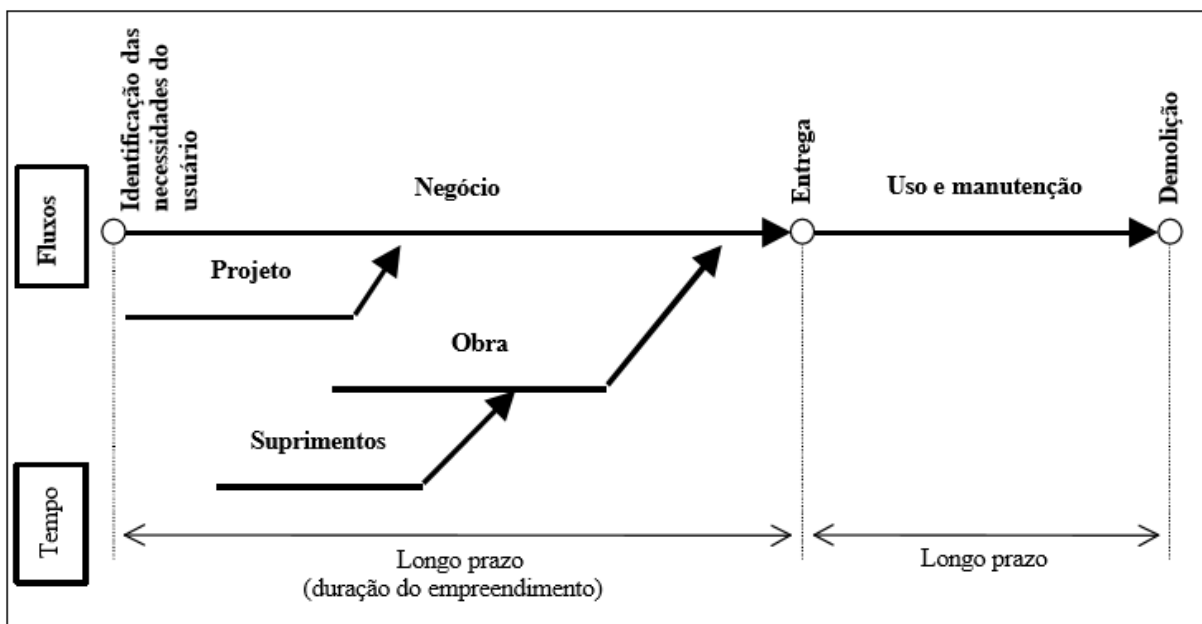
Fonte: Mattos (2010).

Alinhado com os benefícios esperados do planejamento e controle descritos pelos autores citados anteriormente, Picchi (2003) fez um estudo da aplicação do *Lean Thinking*, que se baseia na redução de recursos, esforços e desperdícios para a execução de um produto, como tentativa de replicar conceitos bem-sucedidos da indústria automobilística na indústria da construção, que será apresentado abaixo.

Picchi (2003) dividiu a aplicação em cinco fluxos da construção, conforme listado abaixo e mostrado na figura 3:

- Negócio;
- Projeto;
- Obra;
- Suprimentos;
- Uso e manutenção

Figura 3 – Fluxos da construção



Fonte: Picchi (2003).

Por sua vez, cada fluxo foi dividido em cinco princípios: valor (valor para o cliente e aumento do valor agregado), fluxo de valor (identificação e eliminação de desperdícios durante toda a cadeia de valor), fluxo (produção em fluxo), puxar (execução somente quando demandada) e perfeição (melhoria contínua).

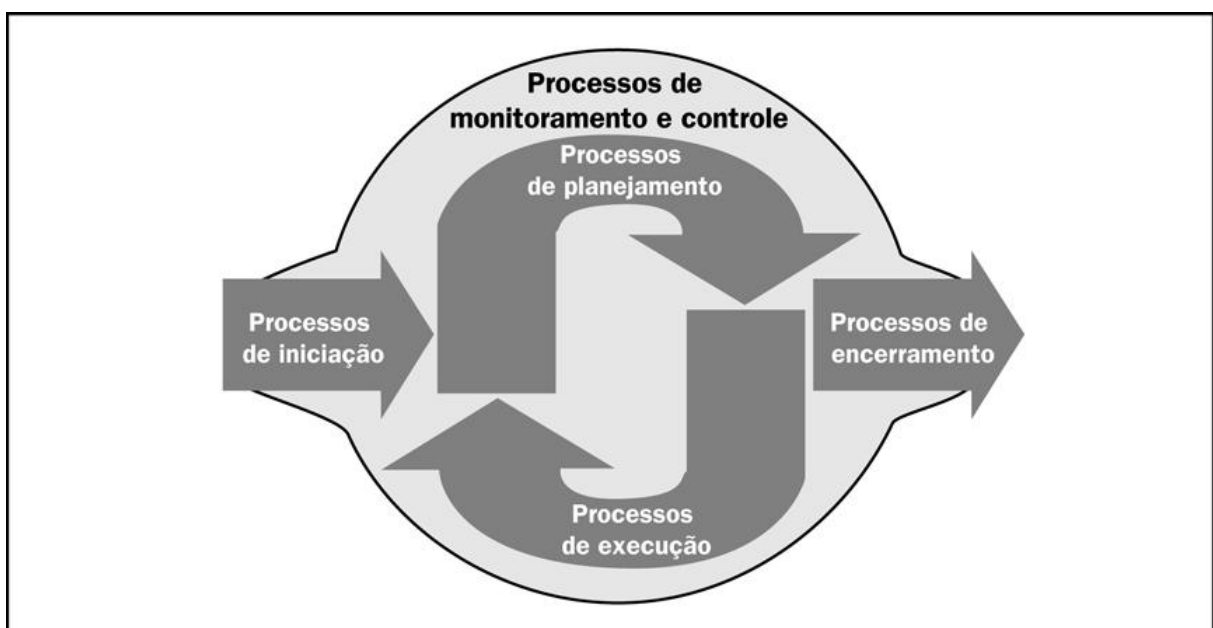
Analisando o princípio do fluxo (produção em fluxo), em de obra, foram identificados alguns trabalhos com a aplicação de ferramentas *lean* como: criação de fluxo entre atividades e uso de células de produção; uso de dispositivos à prova de erros - *poka-yoke*; transparência; revisão de processos visando simplificação; padronização; entre outros.

Ainda segundo Picchi (2003), a aplicação em obras dessas ferramentas *lean* ajudou na redução do tempo do ciclo de execução, redução da variabilidade, aumento da transparência e melhoria contínua nas obras, demonstrando alinhamento com o conceito de controle de disparar ações para mitigar desvios do planejamento inicial.

Passando para as orientações do PMI (2013), existem cinco grupos de processos durante um projeto: iniciação (autorização para início), planejamento (definição de escopo, refinamento de objetivos e desenvolvimento do plano de ações necessárias para atingimento dos objetivos), execução (execução do trabalho), monitoramento e controle (acompanhamento, revisão e regulação do progresso e desempenho do projeto) e encerramento (encerramento do projeto).

O planejamento, a execução e o monitoramento e controle acontecem de forma interativa e várias vezes durante o projeto, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 – Grupos de processos de gerenciamento de projetos



Para o PMI (2013), o planejamento e controle são divididos em planejamento e monitoramento e controle. Onde o planejamento tem o papel de realizar o plano para atingir os objetivos e o monitoramento e controle se divide em observação de desempenho e tomada de ação para recuperação de resultados e minimização de desvios.

Como visto acima, todos os autores citados citam técnicas de controle para mitigar resultados distintos dos planejados. Esse fato demonstra a preocupação e a importância da verificação de desvios para retroalimentar a cadeia e para possíveis tomadas de ação durante o processo.

3 O MÉTODO DO VALOR AGREGADO

3.1 HISTÓRICO

O método do valor agregado permite a identificação precoce de desvios do planejamento, permitindo uma projeção de resultados para a finalização do projeto e planejamento para a recuperação do resultado (FLEMMING; KOPPELMAN, 2006).

Para Mattos (2010), assim como para o PMI (2013), a análise do valor agregado, *Earned Value Analysis (EVA)* em inglês, tem um tripé de comparação: valor previsto (VP), valor agregado (VA) e custo real (CR), que serão detalhados nesse capítulo.

Segundo Mattos (2010), o conceito do valor agregado surgiu no início do século XX na indústria para a análise do desempenho de custos pelos engenheiros na linha de produção. A aferição era realizada analisando três fatores: a finalização física do produto, o custo real incorrido e o planejamento original.

No início dos anos 1960, a Força Aérea americana decidiu adicionar custo aos recursos da técnica utilizada pela Marinha de planejamento de tempo, PERT, criando o *PERT/Cost*.

Em 1963, o Departamento da Defesa americano e a NASA criaram um guia com esse conceito, que media o andamento físico realizado do trabalho, comparado com o valor financeiro gasto para determinar a utilidade e benefícios do custo despendido. Nesse guia, foi adicionado brevemente o conceito de valor agregado.

No meio dos anos 1960, o Departamento da Defesa americano abandonou a técnica do *PERT/Cost* para passar a utilizar a técnica do valor agregado para aferir desempenho de seus projetos e em 1967, definiu para as indústrias privadas que quisessem trabalhar com o Governo americano, trinta e cinco requisitos de Controle de Custo e Cronograma, (*C/SCSC – Cost/ Schedule Control System Criteria*) para controle dos contratos. Esses requisitos foram utilizados por trinta anos nos projetos do governo americano e a utilização do valor agregado se mostrou muito eficiente na análise de desempenho e projeção de resultados futuros de custo e prazo dos projetos.

No ano de 1995, os representantes da indústria reivindicaram para o governo americano a consideração das suas opiniões sobre o método e após um ano de estudos, reduziram os trinta e cinco requisitos para trinta e dois.

3.2 REQUISITOS PARA ANÁLISE

Na busca de simplificar o conceito do valor agregado, Fleming e Koppelman (2006) propõem dez requisitos para análise do valor agregado em todos os tipos de projetos, que são apresentados abaixo:

- Definir o escopo do trabalho – é necessário definir 100% do escopo necessário para a execução, expresso na estrutura analítica do projeto (EAP);
- Criar um plano integrado bottom-up (de baixo para cima) – é necessário criar um plano de cada atividade combinando processos críticos, incluindo escopo, cronograma e recursos estimados em um planejamento com itens de controle de medição (IC);
- Planejar no tempo os itens de controle – todos os itens de controle devem ser planejados no tempo e servirão de base para o controle do projeto;
- Associar cada item de controle a um responsável – todos os itens de controle devem ser associados a um responsável por sua execução;
- Estabelecer uma linha de base (LB) que resuma os itens de controle – uma linha de base deve resumir os itens de controles detalhados do projeto e qualquer reserva de contingência estabelecida para a verificação do desempenho geral do projeto;
- Medir desempenho pelo cronograma – o andamento do projeto deve ser medido periodicamente verificando a aderência ao cronograma proposto;
- Medir eficiência do custo pelo custo incorrido – medir periodicamente o valor agregado do projeto e seu custo real;
- Projetar custo final baseado no desempenho do projeto – periodicamente devem ser feitas projeções de custo de finalização do projeto baseado no seu desempenho;
- Gerenciar o trabalho restante – o trabalho restante do projeto deve sempre ser gerenciado;

- Gerenciar as mudanças de linha de base – devem-se gerenciar as mudanças do projeto para preservar a linha de base.

Os itens acima são os requisitos para a análise do valor agregado tanto nos projetos do governo americano como em diferentes projetos de diversos tamanhos e setores.

3.3 O MÉTODO

O método de análise do valor agregado abordado nesse trabalho é baseado no guia do conhecimento de gerenciamento de projetos – Guia PMBOK (PMI, 2013) e é descrito abaixo.

A sigla utilizada para análise do valor agregado é EVA, mesmo quando traduzidas para o português.

A análise valor agregado é utilizada para medição de desempenho de um projeto, integrando as disciplinas de escopo, custos e cronogramas. Esse método pode ser aplicado em projetos de qualquer setor, auxiliando os gestores nas análises de progresso dos projetos.

É importante ressaltar que existe uma diferença entre EVA e VA, onde EVA é o método do valor agregado como um todo e VA é o valor do trabalho terminado, que será detalhado mais abaixo.

Para a apresentação do conceito de cada item do tripé de comparação proposto pelo método, valor planejado, valor agregado e custo real, pode-se pensar na execução de um dos serviços que compõem a estrutura analítica do projeto de uma obra de loteamento urbano residencial, como a execução de uma rede de drenagem.

O planejamento para a execução dessa rede é expresso pelo valor atribuído para a execução distribuído no tempo. Essa informação é sobre o plano de execução realizado com as informações do custo orçado inicial da obra, não reflete a execução real dessa rede. Nesse exemplo, é demonstrado o valor planejado que é o valor designado para a execução de uma atividade da estrutura analítica do projeto, distribuído no tempo do projeto.

Quando essa rede de drenagem começa a ser executada e percebe-se que o custo real para a conclusão de um percentual do serviço é menor do que o valor previsto no custo orçado, o chamado valor agregado, que é o valor do trabalho terminado expresso em termos de orçamento a um serviço do projeto, não diminui, sendo o mesmo do valor previsto inicialmente. O valor agregado nunca é maior que o valor planejado de um serviço e é calculado conforme a equação 1.

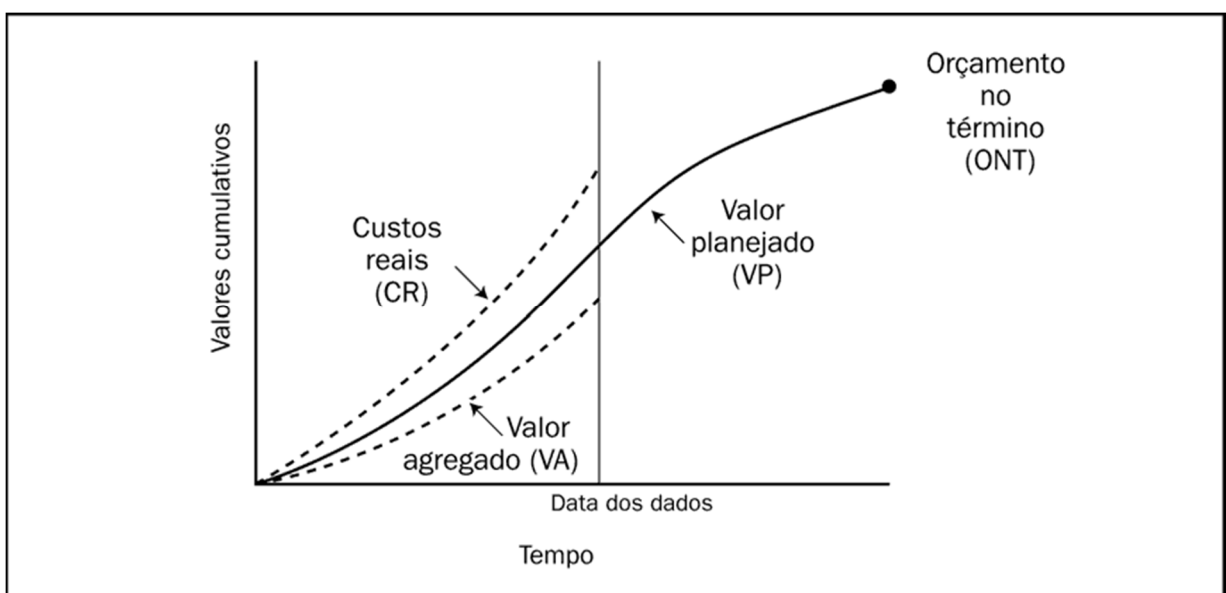
$$VA = \% \text{Executado} \times \text{Custo Orçado} \quad (1)$$

Quando é verificado o montante financeiro real despendido para a execução da rede de drenagem do loteamento, trata-se do custo real, que é o custo total incorrido para a execução de um serviço da EAP da obra. O custo real não tem limite superior, ele é tudo que foi gasto para a execução de um serviço.

O custo orçado inicial planejado para a execução de todos os serviços contidos na EAP é chamado de orçamento no término (ONT).

As informações apresentadas podem ser monitoradas e relatadas por períodos definidos e de maneira cumulativa que podem ser expressas em forma de curva S, como mostra a figura 5.

Figura 5 – Valor agregado, valor planejado e custos reais



Fonte: PMI (2013).

A informação de referência do tripé de análise, que serve como parâmetro de medição de desempenho, é a informação salva na linha de base da obra. A linha de base compreende a soma do total financeiro previsto para a execução dos serviços de todos os itens de controle da EAP do empreendimento distribuída no tempo.

No monitoramento do empreendimento é analisada a variação de prazo (VPr) em relação à linha de base salva no início da obra. A variação de prazo é uma medida de desempenho do cronograma de execução e indica se um projeto está atrasado ou adiantado. Essa variação é igual ao valor agregado menos o valor planejado, expressa pela equação 2.

$$VPr = VA - VP \quad (2)$$

Outra variação em relação à linha de base analisada no monitoramento do empreendimento é a variação de custo (VC) que é a medida de desempenho de custos da execução da obra. Esta variação é igual ao valor agregado menos o custo real e é expressa pela equação 3.

$$VC = VA - CR \quad (3)$$

A variação de custo indica a relação entre o andamento físico e os custos gastos para a execução da obra.

Os valores das variações VPr e VC podem ser convertidos em indicadores de eficiência da execução, refletindo o desempenho de custo e prazo. Com essas informações são calculados dois índices do andamento do projeto.

O primeiro dos índices é o índice de desempenho de prazos (IDP) que compara o progresso alcançado ao progresso planejado da obra. Os valores do IDP têm como medida base "1", onde um valor abaixo de 1 indica que o trabalho executado foi menor do que o planejado, valor acima de 1 indica que o trabalho executado foi maior do que o planejado e valor igual a 1 indica que o trabalho está conforme o planejado.

O índice de desempenho de prazos é a razão entre o valor agregado e o valor planejado e é expresso pela equação 4.

$$\text{IDP} = \text{VA} / \text{VP} \quad (4)$$

O segundo índice é o índice de desempenho de custos (IDC) que compara o valor do trabalho executado com o custo real gasto para a execução do trabalho. Essa é a métrica mais crítica do EVA e mede a eficiência de custos do trabalho executado.

Os valores do IDC têm como medida base “1”, onde valor abaixo de 1 indica que foi despendido um valor maior de dinheiro para a execução de um serviço do que seu valor planejado, valor acima de 1 indica que foi gasto um valor menor de dinheiro do que o valor planejado do serviço e um valor igual a 1 indica que para a execução de um serviço está sendo gasto o valor correto.

O índice de desempenho de custos é a razão entre o valor agregado e o custo real e é expresso pela equação 5.

$$\text{IDC} = \text{VA} / \text{CR} \quad (5)$$

A partir das informações de desempenho da obra e com os indicadores calculados, podem-se fazer projeções de resultado de prazo e custo para o término da execução e para possíveis buscas de retorno à linha de base salva no planejamento.

A projeção de custos para o término da obra é chamada de estimativa no término (ENT) que pode ser diferente do orçamento no término determinado no início do empreendimento. A estimativa no término tem características *bottom-up*, verificando os custos reais e fazendo estimativas a partir de cada atividade para compor a previsão de custo final da obra.

A projeção de resultados de finalização ENT, pode ser feita de três formas, conforme a consideração do ritmo de execução do trabalho restante para finalização das atividades da obra, como descritas abaixo:

- Trabalho restante executado no ritmo orçado – é considerado o desempenho real da execução até a data de análise (favorável ou desfavorável)

representada pelos custos reais e é assumido que o trabalho futuro é executado no ritmo orçado, calculado conforme a equação 6.

$$ENT = CR + ONT - VA \quad (6)$$

- Trabalho restante executado no ritmo do indicador IDC presente – é considerado que o desempenho da obra no momento de obtenção do indicador de desempenho de custo tende a continuar no futuro da execução da obra, calculado conforme a equação 7.

$$ENT = ONT / IDC \quad (7)$$

- Trabalho restante considerando ambos os indicadores IDC e IDP – é considerado que o restante da execução acontecerá a uma taxa de eficiência que considera os indicadores de desempenho de prazo e custo, calculado pela equação 8.

$$ENT = (CR + ONT - VA) / IDC \times IDP \quad (8)$$

Todas as abordagens podem ser consideradas corretas e são utilizadas de acordo com a sensibilidade de risco de cada projeto.

Quando as projeções de resultados indicam um desempenho projetado pior do que o proposto inicialmente para o empreendimento, e esse não pode ser aceito, é necessário um esforço para a recuperação do orçamento no término salvo na linha de base da obra. Para essa recuperação é calculado um índice de desempenho para término da execução do trabalho restante, chamado de índice de desempenho para término (IDPT), calculado pela equação 9.

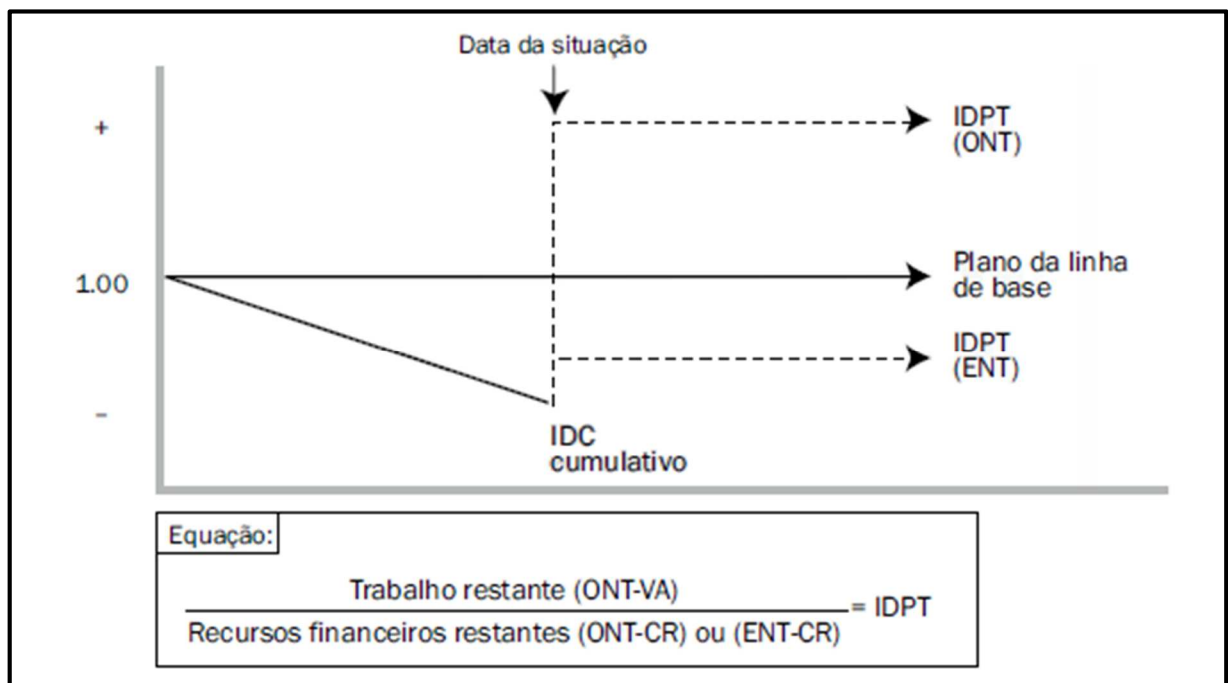
$$IDPT = (ONT - VA) / (ONT - CR) \quad (9)$$

Caso na análise da obra seja considerada que a recuperação do ONT não é mais viável, é calculado IDPT para atingimento da estimativa no término, calculado pela equação 10.

$$\text{IDPT} = (\text{ONT} - \text{VA}) / (\text{ENT} - \text{CR}) \quad (10)$$

A forma e o resultado gráfico dos dois cálculos do IDPT podem ser observados na figura 6.

Figura 6 – Índice de desempenho para término (IDPT)



Fonte: PMI (2013).

Dessa forma, a aplicação do método do valor agregado determina as informações sobre análise de desempenho do projeto, realizando análise de variações, extração de indicadores de desempenho e projeção de resultados. Essas análises dão subsídios para o controle na busca da retomada da linha de base e mitigação de impacto no resultado final do empreendimento.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso realizado nessa pesquisa foi dividido em seis etapas conforme a descrição abaixo:

- Descrição da empresa e os produtos analisados – identificação e breve descrição da atuação da empresa e identificação dos produtos que serão utilizados no estudo;
- Definição da amostra do estudo de caso;
- Identificação do método de controle corriqueiro da empresa – chamado nessa pesquisa de “Método Alfa” – e suas projeções;
- Aplicação do Método do Valor Agregado na amostra definida;
- Verificação das projeções do Método do Valor Agregado na amostra definida;
- Comparação entre os resultados obtidos com o Método Alfa e o Método do Valor Agregado.

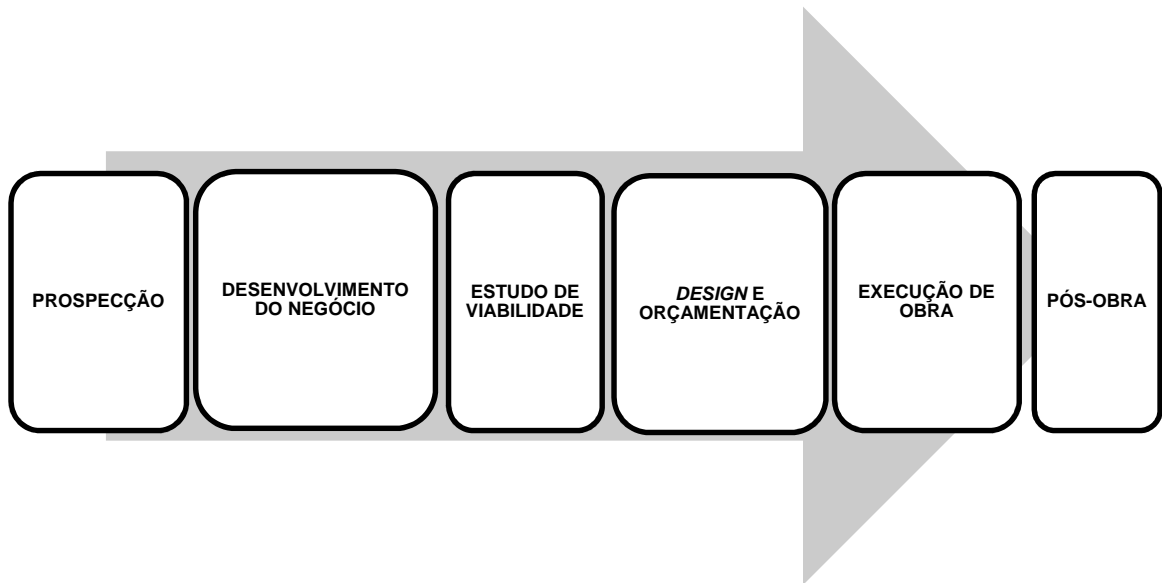
4.2 A EMPRESA

A empresa que compreende os loteamentos estudados é uma empresa urbanizadora, líder de mercado e presente em vinte e dois estados do Brasil. Tem como principal produto loteamentos urbanos residenciais, além de bairros planejados e núcleos urbanos com projetos que reúnem infraestrutura, urbanismo e requisitos ambientais.

Os loteamentos, apesar de terem as mesmas características de produto, são projetos exclusivos, com localizações e características próprias, com início na concepção do empreendimento e fim na entrega para o cliente e pós-obra.

Seu ciclo de vida é composto pelas seguintes etapas: prospecção, desenvolvimento do conceito, estudo de viabilidade, *design* e orçamentação, execução e pós-obra, conforme mostra a figura 7.

Figura 7 – Fases do ciclo de vida do empreendimento



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Na etapa de prospecção é analisada se uma área tem as características necessárias para desenvolvimento de um futuro empreendimento. Nessa etapa são feitos os primeiros estudos de ocupação do espaço e de custo antes da captação da área para a empresa. A captação é realizada por meio de parceria com o dono da área, chamado de terreno, que entra como parceiro da empresa, recebendo pela área após o lançamento do empreendimento no mercado, conforme as vendas de lotes e fluxo financeiro determinado em negociação.

Quando aprovada a entrada da área na prospecção, é iniciado o desenvolvimento do negócio, que no caso dos loteamentos urbanos residenciais na empresa, são divididos em dois produtos que se diferenciam pela área do lote, em torno de 500m² ou 300m², e padrão dos equipamentos de lazer, alto ou alto-médio padrão, como mostra o quadro 3.

Quadro 3 – Produtos da empresa

Produto	Área do Lote	Equipamentos de Lazer
Produto A	500m ²	alto padro
Produto B	300m ²	alto-médio padrão

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Além da definição do produto, nessa etapa acontecem as aprovações e registro do empreendimento nos órgãos responsáveis de cada localidade.

Cada empreendimento, quando definidas as suas premissas, precisa atingir os resultados financeiros esperados pela empresa que são calculados na etapa de estudo de viabilidade. Nessa etapa são possíveis alterações ou adaptações de escopo para aprovação da viabilidade. O resultado obtido no estudo deve ser respeitado para o lançamento do empreendimento e posterior execução e entrega da obra.

Na etapa de design e orçamentação são desenvolvidos os projetos de infraestrutura, edificações e paisagismo para a execução da obra de acordo com as premissas e exigências dos órgãos e concessionárias locais. Além disso, é detalhado o escopo e realizada a orçamentação das atividades para determinação do orçamento de execução da obra.

Após a definição do produto, detalhamento do escopo, determinação do orçamento e lançamento do empreendimento no mercado, é iniciada a etapa de execução da obra, que por ser a etapa foco da pesquisa, será melhor detalhada abaixo:

- Duração – as obras têm duração entre 18 e 36 meses, conforme o produto e complexidade da obra;
- Itens avaliados de complexidade – metragem da área de intervenção e área líquida vendável (ALV); metros cúbicos de movimentação de terraplenagem; profundidade das redes de drenagem, água e esgoto; perfil de pavimentação; metragem das edificações de lazer; quantidade e dimensionamento de equipamentos de infraestrutura (equipamentos de água, esgoto e energia); necessidade de obras de arte especiais (pontes, túneis, viadutos, etc.);

- Equipe de campo – a equipe de campo é composta por um gerente, coordenadores, engenheiros, encarregados, técnicos de segurança e administrativos e é dimensionada pela complexidade do escopo detalhado na estrutura analítica do projeto;
- Formato de contratação dos serviços – os serviços a serem executados, discriminados na EAP do empreendimento, são subempreitados, tendo a equipe de campo a função de gerir os empreiteiros;
- Passagem de informação – a equipe de campo, além de gerir os empreiteiros, tem a função de reportar as informações referentes à execução da obra para a equipe do escritório. Quando todos os serviços estiverem finalizados, o empreendimento poderá ser entregue para os clientes.

Quando realizada a entrega para os clientes, existe um acompanhamento por parte da empresa para possíveis necessidades de reparos. Essa etapa é chamada de pós-obra e encerra o ciclo de vida do empreendimento.

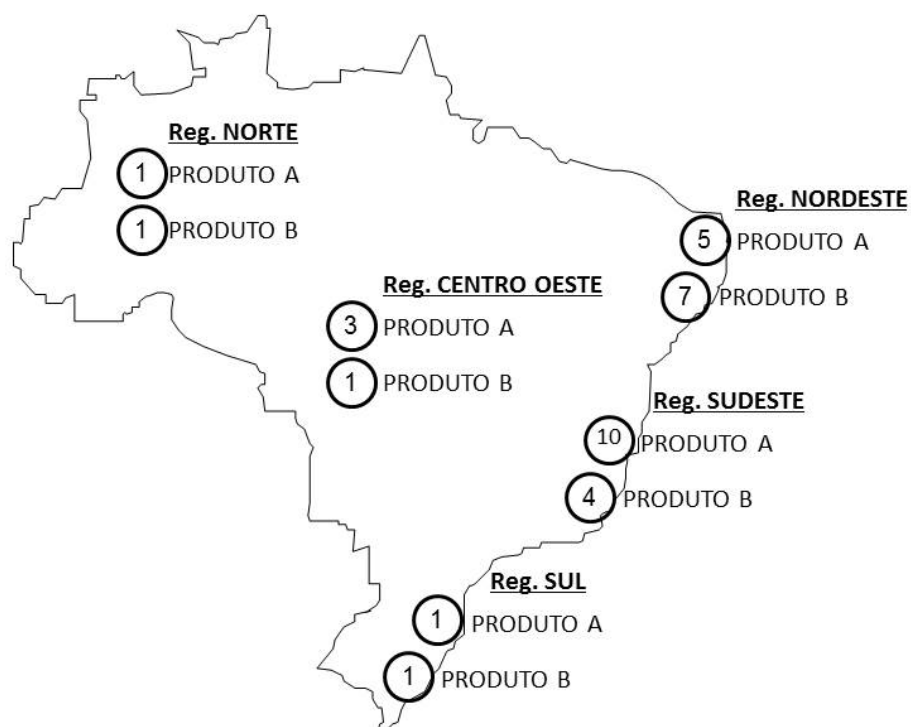
4.3 A ESCOLHA DA AMOSTRA

Para o estudo de caso, foi definido que seriam analisadas obras que iniciaram a partir de 2011, data que existem mais dados em relação à projeção de resultados de prazo e custo realizados pela equipe de campo, e com término até dezembro de 2016, para que fosse possível a comparação das projeções obtidas com a aplicação do método do valor agregado com o resultado final do empreendimento.

Além disso, tomou-se o cuidado da amostra conter os dois principais produtos da empresa de loteamentos urbanos residenciais, que são divididos conforme o padrão: Produto A, produto alto padrão, e Produto B, produto alto-médio padrão.

Dessa forma, foram definidos trinta e quatro empreendimentos, vinte do Produto A e quatorze do Produto B. Os empreendimentos também foram divididos por região, como mostra a figura 8, para verificação se a região do empreendimento pode determinar o comportamento das projeções, o que será descrito nos resultados.

Figura 8 – Divisão da amostra por região



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O Produto A, produto de alto padrão, com lotes de aproximadamente 500m² tem a maior parte dos seus empreendimentos na região sudeste, representados por 50% da amostra com dez empreendimentos, a região nordeste tem a segunda maior representatividade da amostra com 25% e cinco empreendimentos, a região centro-oeste tem 15% da amostra com três empreendimentos e as regiões norte e sul têm 5% da amostra com um empreendimento cada.

O Produto B, produto de alto-médio padrão, com lotes de aproximadamente 300m² tem a maior concentração da amostra na região nordeste, sendo de 50% e sete empreendimentos, a região sudeste tem 29% da amostra com quatro empreendimentos e as regiões centro-oeste, norte e sul têm 7% da amostra com um empreendimento cada.

4.4 O MÉTODO ALFA DE CONTROLE DE EXECUÇÃO DE OBRAS

A etapa de execução de obra concentra o maior esforço financeiro da operação da empresa, sendo necessário um acompanhamento apurado dos custos despendidos.

A execução da obra tem um planejamento de prazo e custo e durante seu decorrer, existem mecanismos de monitoramento para verificação de conformidade com o planejamento realizado no início do empreendimento, que deve estar alinhado com o estudo de viabilidade para não comprometer o resultado projetado.

Existem na empresa dois processos que são utilizados para monitoramento e controle junto das obras em execução: acompanhamento mensal e auditorias, que compreendem uma série de atividades como mostra o quadro 4.

Quadro 4 – Processos de monitoramento e controle na fase de execução

ATIVIDADES DO PROCESSO DE MONITORAMENTO E CONTROLE	
Acompanhamento Mensal	<ul style="list-style-type: none">• Monitorar e controlar trabalho do projeto;• Realizar controle integrado de mudanças;• Controlar o escopo;• Controlar o cronograma;• Controlar os custos;• Controlar as comunicações;• Controlar as aquisições.
Auditoria	<ul style="list-style-type: none">• Controlar a qualidade

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O acompanhamento mensal é feito por meio de uma ferramenta gerencial desenvolvida na empresa, onde a equipe de obra insere informações de contratos, previsões de contratações futuras, alterações de escopo, planejamento de cronograma, apontamento e medição de serviços, e informações sobre situação de projetos, documentações e pendências de contratações.

As informações inseridas pelas obras são cruzadas nos sistemas da empresa, principalmente de características financeiras como o SAP, e dessa forma é analisado o desempenho do empreendimento em andamento.

Essa observação e medição de resultados podem ser chamadas de monitoramento, pois os indicadores estão sendo observados, porém sem tomada de ações para alterar uma situação. No momento em que ações são tomadas, acontece o controle. A principal atividade de controle por parte da empresa é a criação de planos de ação tanto de custo, quanto de prazo para a retomada do desempenho esperado do empreendimento.

A outra atividade realizada para o monitoramento e controle da etapa de execução de obra é a auditoria, atividade que verifica a qualidade do empreendimento. Nas auditorias são realizadas atividades de verificação de conformidade das informações que estão sendo reportada no acompanhamento mensal, verificação de atendimento aos procedimentos de gestão determinados pela empresa e verificação de conformidade de execução dos serviços em campo.

A projeção de resultados observada no monitoramento e controle de prazo e custo é determinada pelas informações passadas pela equipe de obras na ferramenta utilizada pela empresa. Esta informação é chamada de Tendência e se baseia nos contratos de empreitada para execução das atividades, análise de escopo contratado e escopo adicional, e previsão de prazo para execução, calculada pela equação 11.

$$\text{Tendência (R\$)} = \text{Valor Contratado} + \text{Escopo Adicional} + \text{Custo Mensal} \times \text{Prazo Projetado} \quad (11)$$

A responsabilidade da informação da tendência é atribuída à equipe de campo, sendo responsabilidade da equipe gerencial do escritório a verificação das informações.

Com o intuito de verificar a consistência da informação de projeção de resultados reportada pelas equipes de campo, foram analisadas as projeções de custo

(tendência) e de prazo das obras em relação ao resultado final da obra, conforme mostra o quadro 5.

Quadro 5 – Análises realizadas

VARIAÇÃO	ANÁLISE
Variação da projeção de custo (%)	$\Delta = (\text{projeção em marcos estabelecidos} / \text{custo final}) - 1$
Variação da projeção de prazo (meses)	$\Delta = \text{projeção em marcos estabelecidos} - \text{duração final}$

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

É importante salientar que a projeção de resultados não é o custo ou prazo real de finalização do empreendimento e sim a sensibilidade da equipe de campo em relação à informação durante a execução da obra.

Partindo do princípio de que as obras realizam essas projeções conforme a fórmula de cálculo de tendência, equação 11, os itens de escopo adicional e prazo projetado, têm variações e diversos critérios de projeção de acordo com cada equipe de campo, que tem autonomia da informação fornecida.

4.4.1 A projeção de custo do Método Alfa

As informações relativas à projeção de custo de obra fornecidas pelas equipes de campo foram analisadas em cinco momentos: três meses após o início da obra, seis meses após o início da obra, na metade da obra, seis meses antes da finalização da obra e três meses antes da finalização da obra. Foi analisado o desvio de custo em relação ao custo final, calculado pela equação 12 e apresentado na tabela 1 abaixo.

$$\Delta \text{ Projeção Custo (\%)} = (\text{tendência (período)} / \text{custo final}) - 1 \quad (12)$$

Tabela 1 – Variação da tendência em relação ao custo final do Produto A

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.A.S.01	SUL	2,55%	3,09%	3,46%	-0,55%	-0,55%
PROD.A.SE.01	SUDESTE	-14,16%	-14,25%	-10,31%	-0,54%	-0,17%
PROD.A.SE.02	SUDESTE	-17,36%	-16,90%	-6,60%	-1,59%	0,71%
PROD.A.SE.03	SUDESTE	1,05%	0,93%	1,59%	2,55%	2,65%
PROD.A.SE.04	SUDESTE	5,20%	5,85%	5,94%	0,38%	1,80%
PROD.A.SE.05	SUDESTE	-2,79%	-1,89%	0,66%	-3,01%	-3,02%
PROD.A.SE.06	SUDESTE	1,10%	1,84%	4,28%	1,11%	-0,15%
PROD.A.SE.07	SUDESTE	6,15%	3,38%	4,85%	0,85%	0,06%
PROD.A.SE.08	SUDESTE	5,17%	4,71%	4,49%	1,62%	0,00%
PROD.A.SE.09	SUDESTE	7,64%	11,06%	5,21%	-0,12%	-0,81%
PROD.A.SE.10	SUDESTE	10,52%	8,29%	7,21%	5,81%	5,64%
PROD.A.CO.01	CENTRO OESTE	11,31%	8,30%	5,50%	0,39%	0,31%
PROD.A.CO.02	CENTRO OESTE	-10,48%	-8,79%	-2,44%	-0,09%	1,67%
PROD.A.CO.03	CENTRO OESTE	17,86%	9,78%	2,50%	0,38%	-1,15%
PROD.A.NE.01	NORDESTE	-31,42%	-30,72%	-13,81%	-1,63%	-0,41%
PROD.A.NE.02	NORDESTE	-8,23%	-8,91%	0,85%	-1,26%	-0,42%
PROD.A.NE.03	NORDESTE	-8,24%	-8,54%	-3,10%	-0,94%	1,74%
PROD.A.NE.04	NORDESTE	-1,28%	-2,03%	-2,15%	-2,27%	-1,02%
PROD.A.NE.05	NORDESTE	-0,83%	-4,40%	-2,45%	-0,14%	0,56%
PROD.A.N.01	NORTE	9,84%	8,32%	1,87%	3,05%	1,87%
Média Produto A Sul (%)		2,55%	3,09%	3,46%	-0,55%	-0,55%
Média Produto A Sudeste (%)		3,36%	3,30%	4,28%	0,53%	0,51%
Média Produto A Centro-oeste (%)		14,58%	9,04%	4,00%	0,38%	0,99%
Média Produto A Nordeste (%)		-4,64%	-5,97%	-1,71%	-1,28%	-0,09%
Média Produto A Norte (%)		9,84%	8,32%	1,87%	3,05%	1,87%
MÉDIA PRODUTO A GERAL (%)		1,16%	0,68%	2,25%	-0,14%	0,24%
MÉDIA MÓDULO PRODUTO A GERAL (%)		9,00%	6,67%	3,98%	1,18%	0,79%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Desvios negativos são tendências menores que o custo final, desvios positivos indicam projeções de tendência maiores que o custo de finalização das obras.

Observando a média geral de variação de projeção entre a tendência e o custo final da obra do Produto A, identifica-se que nos cinco momentos observados, a tendência está alinhada com o custo final de realização da obra, tendo uma tendência um pouco maior na metade da obra de 2,25%, porém se aproximando do custo final nos dois últimos períodos observados.

Quando a análise é realizada por regiões, o distanciamento entre a tendência e o custo final tem uma variação maior e comportamentos distintos. Nas regiões sul e sudeste, a tendência se mantém próxima do custo final, tendo uma variação maior na metade da obra e voltando a se aproximar do custo final seis meses antes da finalização. Nas regiões centro-oeste e norte, a tendência no início da obra tem um distanciamento maior em relação ao custo final do que as duas outras regiões anteriormente analisadas, porém decresce até o último momento de observação, se aproximando do custo real final. Na região nordeste, o comportamento se inverte em relação as outras regiões, sendo que a tendência informada pela equipe de campo, nos cinco momentos de observação, é sempre menor do que o custo final da obra. O subdimensionamento do custo de finalização da obra decresce conforme a aproximação do final da obra, mas nunca se iguala com o custo final.

Quando a análise é realizada pelo ponto de vista da variação, independente se positiva ou negativa, variação pelo módulo, chamada de “média módulo”, percebe-se que a variação da tendência em relação ao custo final é decrescente nos cinco momentos de análise, sendo que na metade da obra, ela já é bastante próxima do custo final.

Passando para análise das tendências em relação ao custo final de obra do Produto B, os resultados por empreendimentos, média geral e por regiões podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2– Variação da tendência em relação ao custo final do Produto B

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.B.S.01	SUL	8,92%	8,74%	6,34%	-0,15%	0,18%
PROD.B.SE.01	SUDESTE	-13,58%	-13,33%	0,82%	6,21%	2,28%
PROD.B.SE.02	SUDESTE	-15,99%	-4,55%	3,27%	-2,20%	3,11%
PROD.B.SE.03	SUDESTE	2,44%	2,19%	11,75%	3,94%	2,02%
PROD.B.SE.04	SUDESTE	3,29%	2,39%	2,30%	2,44%	3,64%
PROD.B.CO.01	CENTRO OESTE	-16,50%	-17,47%	-14,73%	-7,68%	-3,83%
PROD.B.NE.01	NORDESTE	-3,00%	-1,70%	-2,97%	-0,39%	7,03%
PROD.B.NE.02	NORDESTE	-2,29%	-2,43%	1,24%	3,55%	1,91%
PROD.B.NE.03	NORDESTE	1,27%	0,91%	-6,32%	1,95%	0,57%
PROD.B.NE.04	NORDESTE	-2,94%	-1,45%	0,02%	3,31%	0,91%
PROD.B.NE.05	NORDESTE	-1,61%	-1,29%	-7,69%	-0,05%	1,22%
PROD.B.NE.06	NORDESTE	-1,96%	-3,38%	-0,18%	1,26%	0,71%
PROD.B.NE.07	NORDESTE	2,54%	-0,96%	-0,22%	0,33%	-4,63%
PROD.A.N.01	NORTE	9,56%	9,19%	4,89%	2,22%	0,39%
Média Produto B Sul (%)		8,92%	8,74%	6,34%	-0,15%	0,18%
Média Produto B Sudeste (%)		-5,96%	0,01%	2,13%	3,19%	2,47%
Média Produto B Centro-oeste (%)		-16,50%	-17,47%	-14,73%	-7,68%	-3,83%
Média Produto B Nordeste (%)		-2,36%	-1,47%	-2,30%	1,18%	1,06%
Média Produto B Norte (%)		9,56%	9,19%	4,89%	2,22%	0,39%
MÉDIA PRODUTO B GERAL (%)		-0,25%	-1,03%	0,84%	1,35%	1,54%
MÉDIA MÓDULO PRODUTO B GERAL (%)		3,62%	3,27%	3,02%	2,16%	2,10%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Analisando a média geral do produto B, percebe-se que a variação da tendência em relação ao custo final é muito pequena, sendo ligeiramente menor nos primeiros períodos de observação e um pouco maior do que o custo final a partir da metade da obra.

Quando analisada a variação da tendência em relação ao custo final por regiões, as variações são maiores e com comportamentos diversos. O comportamento da tendência em relação ao custo final nas regiões sul e norte se assemelha, tendo a tendência mais distanciada do custo final até a metade da obra e se aproximando do custo final seis e três meses antes da finalização. Na região sudeste, a média da

tendência no primeiro período de observação, três meses após o início da obra, é 5,96% menor que o custo final, porém seis meses após o início da obra, a tendência já se aproximada do custo final, permanecendo acima do custo final até o último momento observado. Analisando a região nordeste, a tendência é próxima do custo final, porém abaixo até a metade da obra, passando a ser em torno de 1% acima do custo final nos dois últimos momentos observados, seis e três meses para a finalização da obra. A região centro-oeste é a que apresenta a tendência mais distante e abaixo do custo de finalização da obra, sendo um ponto de atenção na análise do produto B.

Quando é verificada a variação pelo módulo, chamada de “média módulo”, percebe-se que a variação da tendência em relação ao custo final é bastante próxima do custo de finalização da obra.

Nos dois produtos observados, na média, as tendências de custos estão próximas do resultado de custo final, tendo variações maiores por região e por empreendimentos. É importante observar os empreendimentos com grandes variações entre a tendência e o custo final, pois podem indicar um problema na análise da realidade da obra e na passagem de informação pela equipe de campo para a empresa.

4.4.2 A projeção de prazos do Método Alfa

A segunda análise realizada do método alfa foi a projeção de prazo informada pela equipe de campo. O prazo analisado é de execução de obra, desconsiderando possíveis interferências por licenças e documentações.

A informação foi analisada em três momentos: seis meses após o início da obra, no meio da obra e seis meses antes do término da obra. Foi calculada a diferença de meses entre a projeção da data de finalização da obra pela equipe de campo e a duração final da obra, como calculado na equação 13 e demonstrada nas tabelas 3 e 4, divididas por Produto A e Produto B.

$$\Delta \text{ Projeção Prazo (meses)} = \text{projeção de prazo} - \text{duração final} \quad (13)$$

Tabela 3 – Variação tendência prazo em relação à duração final do Produto A

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim
PROD.A.S.01	SUL	-3	-4	-4
PROD.A.SE.01	SUDESTE	-10	-10	-2
PROD.A.SE.02	SUDESTE	-23	-19	-3
PROD.A.SE.03	SUDESTE	-4	-4	-4
PROD.A.SE.04	SUDESTE	-1	-1	1
PROD.A.SE.05	SUDESTE	-9	-9	-3
PROD.A.SE.06	SUDESTE	-7	-5	-5
PROD.A.SE.07	SUDESTE	-5	-5	-5
PROD.A.SE.08	SUDESTE	-3	-3	-4
PROD.A.SE.09	SUDESTE	-7	-7	-3
PROD.A.SE.10	SUDESTE	-4	-4	-1
PROD.A.CO.01	CENTRO OESTE	-10	-10	-4
PROD.A.CO.02	CENTRO OESTE	-16	-11	-5
PROD.A.CO.03	CENTRO OESTE	-1	-3	-3
PROD.A.NE.01	NORDESTE	-28	-18	-5
PROD.A.NE.02	NORDESTE	-28	-25	-4
PROD.A.NE.03	NORDESTE	-14	-14	-3
PROD.A.NE.04	NORDESTE	-4	-5	-5
PROD.A.NE.05	NORDESTE	-4	-4	-1
PROD.A.N.01	NORTE	1	1	-1
Média Produto A Sul (Δ meses)		-3	-4	-4
Média Produto A Sudeste (Δ meses)		-6	-6	-3
Média Produto A Centro-oeste (Δ meses)		-9	-11	-4
Média Produto A Nordeste (Δ meses)		-16	-10	-1
Média Produto A Norte (Δ meses)		1	1	-1
MÉDIA PRODUTO A GERAL (Δ meses)		-6	-6	-3

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Analisando a variação de prazo projetado em relação à duração final do Produto A, na média, é percebida uma projeção de prazo sempre menor do que a duração final da obra, sendo de seis meses no primeiro momento de observação e na metade da obra e de três meses seis meses antes da finalização.

Quando a análise é realizada por região, o comportamento se mantém em sua maioria, sendo que somente na região norte a projeção é mais próxima da duração final. Nas regiões centro-oeste e nordeste as variações na média chegam a ser de dezesseis meses menores do que a duração real de finalização.

Realizando a análise no Produto B, as projeções se mantêm menores que a duração final de realização da obra, como podem ser observadas na tabela abaixo.

Tabela 4 – Variação tendência prazo em relação à duração final do Produto B

EMPREENDIMENTO	REGIÃO	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim
PROD.B.S.01	SUL	-2	-2	-2
PROD.B.SE.01	SUDESTE	-6	-6	0
PROD.B.SE.02	SUDESTE	-13	-5	-2
PROD.B.SE.03	SUDESTE	-8	-2	-2
PROD.B.SE.04	SUDESTE	-12	-8	-3
PROD.B.CO.01	CENTRO OESTE	-13	-8	-3
PROD.B.NE.01	NORDESTE	-14	-9	-4
PROD.B.NE.02	NORDESTE	-11	-11	-3
PROD.B.NE.03	NORDESTE	-5	-5	-3
PROD.B.NE.04	NORDESTE	-14	-14	-2
PROD.B.NE.05	NORDESTE	-13	-10	-6
PROD.B.NE.06	NORDESTE	-10	-4	-4
PROD.B.NE.07	NORDESTE	-2	4	4
PROD.A.N.01	NORTE	-7	-7	-5
Média Produto B Sul (Δ meses)		-2	-2	-2
Média Produto B Sudeste (Δ meses)		-11	-5	-2
Média Produto B Centro-oeste (Δ meses)		-13	-8	-3
Média Produto B Nordeste (Δ meses)		-10	-8	-4
Média Produto B Norte (Δ meses)		-7	-7	-5
MÉDIA PRODUTO B GERAL (Δ meses)		-9	-6	-3

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Na média geral de variação entre a projeção de prazo realizada pela equipe de campo e a duração final da obra no Produto B, as projeções de prazo estão abaixo da duração final das obras. Durante a execução da obra a diferença reduz, porém com uma defasagem de três meses, seis meses antes da finalização da obra.

Na análise por região, esses desvios são ainda maiores, sendo que somente na região sul, as variações são mais próximas, tendo uma projeção dois meses abaixo da duração final da obra nos três períodos observados.

As variações observadas nos dois produtos, tanto na média geral quanto por regiões, são altas e com impactos relevantes. Para a recuperação de cronograma é preciso que a necessidade de tomada de ação seja identificada e uma projeção subdimensionada não permite que isso aconteça. Além disso, o prazo está diretamente relacionado com a projeção de custos fixos das obras, que reflete no custo total do empreendimento.

4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO DO VALOR AGREGADO NOS EMPREENDIMENTOS ESTUDADOS

Para a aplicação de um método matemático para a realização das projeções de prazo e custo, foi realizada a aplicação do método do valor agregado nos empreendimentos da amostra, que será apresentada nesse capítulo.

Cada empreendimento tem atividades diversas, porém dentro de uma estrutura analítica de projetos padrão da empresa que contém atividades de custo fixo, infraestrutura, paisagismo e edificações, como mostra o quadro 6.

Quadro 6 – Estrutura analítica de projetos padrão

ORIGEM	GRUPO DE SERVIÇO
CUSTO FIXO	EQUIPE PERMANENTE
CUSTO FIXO	ADMINISTRAÇÃO
INFRAESTRUTURA	INTERFERÊNCIAS
INFRAESTRUTURA	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
INFRAESTRUTURA	OBRAS DE ARTE DE DRENAGEM
INFRAESTRUTURA	TERRAPLENAGEM
INFRAESTRUTURA	OBRAS DE CONTENÇÃO
INFRAESTRUTURA	DRENAGEM DE AGUAS PLUVIAIS
INFRAESTRUTURA	REDE DE AGUA
INFRAESTRUTURA	RESERVATORIOS
INFRAESTRUTURA	BOOSTER
INFRAESTRUTURA	POÇO
INFRAESTRUTURA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
INFRAESTRUTURA	ADUTORA
INFRAESTRUTURA	REDE DE ESGOTO
INFRAESTRUTURA	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EEE
INFRAESTRUTURA	ESTACAO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ETE
INFRAESTRUTURA	EMISSÁRIO DE ESGOTO
INFRAESTRUTURA	REDE DE GÁS
INFRAESTRUTURA	FECHAMENTO DO TERRENO
INFRAESTRUTURA	PAVIMENTACAO
INFRAESTRUTURA	REDE ELETRICA E ILUMINAÇÃO PÚBLICA
INFRAESTRUTURA	REDE DE TELEFONIA
INFRAESTRUTURA	SINALIZACAO E ACESSIBILIDADE
PAISAGISMO	PAISAGISMO
PAISAGISMO	IRRIGAÇÃO
EDIFICAÇÕES	IMPLANTAÇÃO
EDIFICAÇÕES	CLUBE
EDIFICAÇÕES	QUADRAS
EDIFICAÇÕES	PISCINAS
EDIFICAÇÕES	PORTARIA
EDIFICAÇÕES	EDIFICACÕES DE APOIO
EDIFICAÇÕES	FECHAMENTO DO TERRENO
EDIFICAÇÕES	SEGURANÇA E MONITORAMENTO

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Para a execução de cada grupo de serviço, foi determinado um custo, que somado aos custos dos outros grupos compõem o custo orçado do empreendimento ou orçamento no término. A determinação desse custo foi realizada pelo levantamento da quantidade a ser executada de um serviço multiplicado por seu custo unitário. Essa quantidade a ser executada é o item de controle de cada grupo de serviço. Com base no item de controle são informadas as quantidades mensais executadas de cada serviço, como mostra a figura 9.

Figura 9 – Item de controle e custo unitário

Item	Descrição dos Serviços	Custo Orçado	Item de Controle	Custo Unit.
OBRA - A		OBRAS INTERNAS		
24-00-00	TERRAPLENAGEM	2.451.506	41.246 m ³	59

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O custo orçado distribuído no tempo forma a linha de base do empreendimento, que é o parâmetro de comparação necessário para o monitoramento do resultado. A linha de base foi salva por serviços e pelo total do empreendimento, como mostra a figura 10.

Figura 10 – Linha de base total e por serviços

Descrição dos Serviços	Custo Orçado	LINHA DE BASE (VP)	R\$	164.590	467.960	790.034	1.321.452	2.257.213
		LINHA DE BASE ACUM. (VP)	R\$	164.590	632.550	1.422.584	2.744.036	5.001.249
			Unidade	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
EQUIPE PERMANENTE	1.093.257	LINHA DE BASE (VP)	R\$	20.043	64.103	62.035	64.103	64.103
ADMINISTRAÇÃO	2.601.844	LINHA DE BASE (VP)	R\$	144.547	144.547	144.547	144.547	144.547
OBRAS DE ARTE DE DRENAGEM	1.169.064	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	-	-	-	-
TERRAPLENAGEM	2.451.506	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	259.309	526.362	712.231	468.074
DRENAGEM DE AGUAS PLUVIAIS	2.125.447	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	-	53.100	342.651	500.892
REDE DE AGUA	701.525	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	-	-	-	53.151
RESERVATORIOS	885.581	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	-	-	-	-
REDE DE ESGOTO	921.094	LINHA DE BASE (VP)	R\$	-	-	-	-	53.139

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Para acompanhamento da execução mensal do empreendimento, existem dois dados de entrada de informação mensal: o primeiro é o andamento físico do serviço

previsto, ou seja, a quantidade executada do item de controle de cada grupo de serviço; e o segundo é o andamento financeiro do grupo, que é o dinheiro despendido no mês por grupo, que inclui além de execução de serviços, a mobilização de equipamentos, equipes de terceiros e compra de materiais para execução.

O primeiro dado é informado conforme a unidade de controle definida para a execução do serviço, que pode ser metros, metros quadrados, metros cúbicos, etc., e a partir dessa informação é calculado o percentual executado do grupo, como mostra a figura 11.

Figura 11 – Execução de serviço mensal

Descrição dos Serviços	Item de Controle		Unidade	Mês 3	Mês 4	Mês 5	
TERRAPLENAGEM	41.246	m³	LINHA DE BASE (VP)	R\$	526.362	712.231	468.074
			ANDAMENTO	M³	6.991	6.267	7.822
			EXECUTADO	%	16,95%	15,19%	18,96%
			EXECUTADO ACUM.	%	16,95%	32,14%	51,11%

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O segundo dado é informado de acordo com o andamento financeiro realizado no mês por grupo de serviços e é chamado de custo real. O custo real para a execução de um serviço pode ter variações em relação ao custo orçado e em relação à linha de base, conforme mostra a figura 12.

Figura 12 – Custo real mensal

Descrição dos Serviços	Custo Orçado		Unidade	Mês 3	Mês 4	Mês 5
TERRAPLENAGEM	2.451.506	LINHA DE BASE (VP)	R\$	526.362	712.231	468.074
		CUSTO REAL (SAP)	R\$	548.980	344.937	400.925
		CUSTO REAL ACUM. (SAP)	R\$	548.980	893.917	1.294.842

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Com esses dados foram calculados o valor agregado por grupo de serviço e as variações de prazo e de custo em relação à linha de base do empreendimento, como mostra a figura 13.

Figura 13 – Valor agregado, variação de prazo e variação de custo

Descrição dos Serviços	Custo Orçado	Item de Controle	Unidade	Mês 3	Mês 4	Mês 5		
OBRAS INTERNAS								
TERRAPLENAGEM	2.451.506	41.246	m³	LINHA DE BASE (VP)	R\$	526.362	712.231	468.074
				CUSTO REAL (SAP)	R\$	548.980	344.937	400.925
				CUSTO REAL ACUM. (SAP)	R\$	548.980	893.917	1.294.842
				ANDAMENTO	M³	6.991	6.267	7.822
				EXECUTADO	%	16,95%	15,19%	18,96%
				EXECUTADO ACUM.	%	16,95%	32,14%	51,11%
				VALOR AGREGADO	R\$	415.506	372.490	464.891
				VPr	R\$	(110.856)	(339.740)	(3.183)
				VC	R\$	(133.474)	27.554	63.965

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O valor agregado é o valor integralizado ao produto com o serviço realizado e é calculado pelo percentual executado do serviço, multiplicado pelo custo orçado. O valor agregado nunca é maior do que o valor planejado inicial.

A variação de prazo é calculada pela diferença entre o valor agregado e o valor planejado, salvo na linha de base, e verifica atrasos ou adiantamentos em relação ao cronograma de execução.

A variação de custo é calculada pela diferença entre o valor agregado e o custo real e indica se um serviço tem variação de custo em relação ao valor planejado. Isso pode acontecer por alguns motivos:

- O valor contratado é maior do que o valor previsto no orçamento;
- A existência de adiantamento financeiro decorrente da compra de materiais e mobilização de máquinas e equipamentos;
- Pagamento antecipado de serviços que não foram executados.

Após a análise grupo a grupo, foi verificado o resultado do empreendimento como um todo por períodos, como mostra a figura 14.

Figura 14 – Análise do empreendimento

Obra:	PROD.A.N.01				
Prazo:	18 meses		Mês 3	Mês 4	Mês 5
Custo Orçado:	29.875.507,25		mai-15	jun-15	jul-15
LINHA DE BASE (VP)	R\$		790.034	1.321.452	2.257.213
LINHA DE BASE ACUM. (VP)	R\$		1.422.584	2.744.036	5.001.249
CUSTO REAL (SAP)	R\$		1.027.457	1.161.782	1.597.790
CUSTO REAL ACUM. (SAP)	R\$		1.109.998	2.271.780	3.869.570
EXECUTADO	%		1,85%	2,40%	3,33%
EXECUTADO ACUM.	%		2,13%	4,53%	7,86%
VALOR AGREGADO	R\$		554.151	716.401	994.275
VALOR AGREGADO ACUM.	R\$		636.257	1.352.658	2.346.933
VPr	R\$		(786.327)	(1.391.378)	(2.654.316)
VC	R\$		(473.741)	(919.122)	(1.522.636)
IDP			0,45	0,49	0,47
IDC			0,57	0,60	0,61
ENT (ritmo custo orçado)	R\$		30.349.249	30.794.629	31.398.144
ENT (pelo IDC)	R\$		52.120.086	50.175.710	49.258.048
ENT (pelo IDC e IDP)	R\$		118.381.364	104.919.214	110.317.298
IDPT (custo orçado)			1,02	1,03	1,06
IDPT (custo estimado)			1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Além das informações de linha de base, custo real, percentual executado, valor agregado e variação de prazo e custo, que são calculadas da mesma forma dos grupos, é calculado para todo o empreendimento o índice de desempenho de prazo, índice de desempenho de custo, estimativa no término no ritmo do custo orçado, estimativa no término baseada pelo IDC, estimativa no término baseada pelo IDC e IDP, índice de desempenho para término calculado pelo custo orçado e índice de desempenho para término calculado pelo custo estimado.

O índice de desempenho de prazo é calculado pelo valor agregado dividido pela linha de base, esse índice demonstra se o andamento previsto do empreendimento está em conformidade (índice 1), se o andamento previsto está adiantado (índice maior que 1) ou se está atrasado (índice menor que 1) em relação ao valor planejado distribuído no tempo.

O índice de desempenho de custo é calculado pela relação do valor agregado pelo custo real. Se o valor agregado do serviço executado está maior que o custo real, indica um bom desempenho de custo da execução da obra (índice maior que 1), se o custo real é maior que o valor agregado, indica que o dinheiro despendido é maior

que o serviço efetivamente executado (índice menor que 1), se o valor agregado é igual ao custo real, indica que o custo despendido no empreendimento está conforme o valor agregado à execução do serviço (índice igual a 1).

Baseado nos índices de desempenho do empreendimento e no cálculo do valor agregado foi possível o cálculo de projeção de resultados para finalização da obra, chamada de estimativa no término. A estimativa no término foi calculada de três formas:

- Estimativa no término com base no custo orçado – assume que o custo do trabalho restante para execução é o mesmo do custo orçado. Essa estimativa é calculada pelo custo real acumulado no período, somado ao custo orçado do empreendimento, reduzido o valor agregado acumulado do período. Se o valor agregado for igual ou maior do que o custo real, a estimativa no término do empreendimento é de conformidade com o custo orçado ou economia, se o custo real é maior do que o valor agregado no período, a estimativa no término do empreendimento é de acréscimo do orçamento inicial. Nessa estimativa é assumido que o custo restante do serviço custará o valor previsto no orçamento inicial;
- Estimativa no término com base no IDC – assume que o trabalho restante para execução será executado conforme o índice de desempenho de custo medido até o período. Essa estimativa é calculada pelo custo orçado dividido pelo IDC. Se o IDC for igual ou maior que 1, a estimativa do período é de conformidade com o custo orçado e economia, se o IDC for menor que 1 a estimativa é de acréscimo de custo;
- Estimativa no término com base no IDC e IDP – assume que o trabalho restante para execução será realizado conforme o índice de desempenho de custo e de prazo. Essa projeção é calculada pelo custo real adicionado ao custo orçado, menos o valor agregado, dividido pelos índices de desempenho de prazo e custo.

A estimativa no término calculada pelo IDC e IDP pode ser considerada a mais pessimista das três, pois leva em consideração dois itens de desempenho do empreendimento, a estimativa realizada pelo IDC seria a intermediária e a estimativa realizada pelo custo orçado seria a mais otimista, pois não leva em consideração

para o trabalho restante nenhum índice de desempenho do trabalho realizado até o momento.

Além das projeções de custo do empreendimento, a aplicação do método possibilita a determinação de índices de desempenho para término do trabalho dentro do custo orçado, ou quando este não é mais possível, dentro da estimativa no término. Quando os índices são maiores que 1 significa que o desempenho de execução do trabalho restante deve ser melhor do que o atual para conclusão da execução dentro do custo e prazo previsto. Quando o índice for igual a 1 significa que o desempenho deve seguir o mesmo e se o índice for menor do que 1, significa que se a obra seguir o mesmo desempenho, terá uma melhora de custo e prazo.

4.6 PROJEÇÕES DE RESULTADOS DO MÉTODO DO VALOR AGREGADO

Seguindo as orientações descritas anteriormente, foi aplicado o método do valor agregado nos trinta e quatro empreendimentos da amostra para análise das projeções de resultados.

4.6.1 Projeções de custo do método do valor agregado

A projeção de custo extraída do método do valor agregado é chamada de estimativa no término e como apresentada anteriormente, pode ser calculada de três formas:

- Considerando que o trabalho restante vai ser igual ao custo orçado;
- Considerando que o trabalho restante terá o mesmo comportamento do índice de desempenho de custo medido no período de análise;
- Considerando que o trabalho restante será executado no mesmo ritmo do IDC e do índice de desempenho de prazo da obra.

Para a verificação da efetividade do método em relação à projeção de custo final de obra, ENT, foi analisada a projeção dos três tipos de cálculos da ENT em relação ao custo real final do empreendimento, conforme a equação 14.

$$\Delta \text{ ENT} = (\text{ENT (período)} / \text{CR final}) - 1 \quad (14)$$

A análise foi realizada em cinco momentos: três meses após o início da obra, seis meses após o início da obra, no meio da obra, seis meses antes do término da obra e três meses antes do término da obra. O resultado da variação entre a ENT e o custo real final pode ser observado nas tabelas 5 e 6, separadas por produto e apresentadas abaixo.

Tabela 5 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto A

(continua)

EMPREENDIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.A.S.01	SUL	ENT (custo orç.)	1,29%	2,53%	3,96%	6,07%	5,51%
		ENT (IDC)	26,72%	19,65%	10,79%	8,26%	6,50%
		ENT (IDC e IDP)	19,05%	17,14%	48,77%	49,68%	30,47%
PROD.A.SE.01	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-15,03%	-12,75%	-9,78%	0,20%	0,12%
		ENT (IDC)	12,23%	23,67%	-7,00%	0,92%	0,65%
		ENT (IDC e IDP)	78,02%	170,83%	36,37%	27,51%	25,82%
PROD.A.SE.02	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-17,32%	-15,38%	-5,68%	-1,00%	-1,17%
		ENT (IDC)	32,14%	8,80%	-2,83%	-0,62%	-1,07%
		ENT (IDC e IDP)	143,64%	143,77%	37,73%	27,36%	24,82%
PROD.A.SE.03	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-3,28%	-2,34%	2,88%	3,82%	2,96%
		ENT (IDC)	-3,66%	3,01%	6,02%	4,79%	3,49%
		ENT (IDC e IDP)	-1,83%	26,50%	0,96%	28,01%	19,48%
PROD.A.SE.04	SUDESTE	ENT (custo orç.)	1,93%	9,04%	13,85%	11,64%	2,06%
		ENT (IDC)	6,79%	25,77%	22,42%	14,23%	2,11%
		ENT (IDC e IDP)	-73,68%	-13,30%	41,58%	47,71%	6,25%
PROD.A.SE.05	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-6,22%	-2,91%	5,58%	0,46%	-0,01%
		ENT (IDC)	74,30%	34,51%	21,94%	1,11%	0,40%
		ENT (IDC e IDP)	8019,43%	507,53%	196,45%	18,69%	14,15%
PROD.A.SE.06	SUDESTE	ENT (custo orç.)	1,31%	0,28%	9,49%	6,28%	3,66%
		ENT (IDC)	41,10%	13,71%	21,26%	7,83%	4,07%
		ENT (IDC e IDP)	82,25%	20,05%	67,40%	37,43%	18,31%
PROD.A.SE.07	SUDESTE	ENT (custo orç.)	3,91%	15,40%	7,44%	1,38%	0,45%
		ENT (IDC)	19,25%	62,08%	9,93%	1,32%	0,39%
		ENT (IDC e IDP)	56,71%	140,41%	9,20%	6,53%	1,98%
PROD.A.SE.08	SUDESTE	ENT (custo orç.)	4,19%	6,71%	7,61%	3,29%	1,17%
		ENT (IDC)	49,54%	29,32%	11,01%	3,65%	1,18%
		ENT (IDC e IDP)	50,02%	50,07%	4,85%	18,70%	6,86%

Tabela 5 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto A

(continuação)

EMPREENDIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.A.SE.09	SUDESTE	ENT (custo orç.)	6,76%	7,95%	6,22%	5,38%	3,08%
		ENT (IDC)	11,94%	12,92%	6,67%	5,35%	2,95%
		ENT (IDC e IDP)	55,53%	45,71%	43,70%	13,77%	5,48%
PROD.A.SE.10	SUDESTE	ENT (custo orç.)	13,69%	11,27%	10,96%	9,36%	3,52%
		ENT (IDC)	58,65%	17,03%	12,87%	9,51%	3,00%
		ENT (IDC e IDP)	270,86%	52,42%	43,79%	24,51%	3,19%
PROD.A.CO.01	CENTRO OESTE	ENT (custo orç.)	7,74%	8,44%	8,42%	1,06%	0,17%
		ENT (IDC)	71,54%	19,75%	9,40%	0,91%	0,14%
		ENT (IDC e IDP)	581,34%	157,05%	37,55%	-0,92%	-4,83%
PROD.A.CO.02	CENTRO OESTE	ENT (custo orç.)	-6,93%	-6,13%	6,25%	1,16%	1,10%
		ENT (IDC)	103,69%	47,51%	23,35%	1,60%	1,29%
		ENT (IDC e IDP)	622,35%	611,44%	197,81%	17,97%	14,98%
PROD.A.CO.03	CENTRO OESTE	ENT (custo orç.)	15,52%	16,58%	12,45%	9,74%	9,40%
		ENT (IDC)	23,80%	22,54%	11,61%	9,00%	8,86%
		ENT (IDC e IDP)	125,15%	126,47%	38,61%	21,84%	15,75%
PROD.A.NE.01	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-16,69%	-13,90%	-0,03%	-15,70%	-15,70%
		ENT (IDC)	33,13%	51,31%	15,78%	-16,22%	-16,27%
		ENT (IDC e IDP)	323,81%	277,58%	113,66%	-38,05%	-38,96%
PROD.A.NE.02	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-12,49%	-12,30%	-1,01%	2,60%	3,13%
		ENT (IDC)	37,15%	36,28%	0,86%	3,68%	4,16%
		ENT (IDC e IDP)	257,90%	2202,40%	32,61%	30,34%	30,95%
PROD.A.NE.03	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-11,63%	-10,09%	-3,26%	-1,39%	-2,59%
		ENT (IDC)	-17,64%	-11,53%	-1,39%	-0,91%	-2,36%
		ENT (IDC e IDP)	-71,88%	-52,33%	-6,31%	14,15%	8,27%
PROD.A.NE.04	NORDESTE	ENT (custo orç.)	4,21%	6,64%	4,60%	1,43%	2,93%
		ENT (IDC)	16,21%	21,11%	7,81%	1,40%	3,05%
		ENT (IDC e IDP)	-47,29%	-14,25%	20,51%	12,33%	13,99%
PROD.A.NE.05	NORDESTE	ENT (custo orç.)	6,82%	5,96%	15,00%	5,99%	3,63%
		ENT (IDC)	63,64%	30,63%	51,16%	7,39%	4,06%
		ENT (IDC e IDP)	139,08%	148,48%	320,46%	35,71%	18,84%
PROD.A.N.01	NORTE	ENT (custo orç.)	12,63%	9,97%	5,41%	10,03%	2,29%
		ENT (IDC)	76,69%	14,80%	4,59%	11,08%	1,99%
		ENT (IDC e IDP)	295,72%	25,01%	-19,81%	27,26%	0,85%

Tabela 5 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto A

(conclusão)

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
Média Produto A Sul (%)		ENT (custo orç.)	1,29%	2,53%	3,96%	6,07%	5,51%
		ENT (IDC)	26,72%	19,65%	10,79%	8,26%	6,50%
		ENT (IDC e IDP)	19,05%	17,14%	48,77%	49,68%	30,47%
Média Produto A Sudeste (%)		ENT (custo orç.)	1,23%	4,29%	7,17%	2,97%	1,40%
		ENT (IDC)	24,71%	20,72%	9,30%	3,57%	1,84%
		ENT (IDC e IDP)	73,50%	70,72%	31,73%	22,65%	11,76%
Média Produto A Centro-oeste		ENT (custo orç.)	11,63%	12,51%	7,33%	1,11%	0,64%
		ENT (IDC)	87,61%	21,14%	10,51%	1,25%	0,72%
		ENT (IDC e IDP)	601,85%	141,76%	38,08%	19,91%	15,37%
Média Produto A Nordeste (%)		ENT (custo orç.)	-6,64%	-12,10%	0,08%	2,16%	1,77%
		ENT (IDC)	28,83%	29,34%	5,77%	2,89%	2,23%
		ENT (IDC e IDP)	116,56%	89,87%	40,12%	23,13%	18,01%
Média Produto A Norte (%)		ENT (custo orç.)	12,63%	9,97%	5,41%	10,03%	2,29%
		ENT (IDC)	76,69%	14,80%	4,59%	11,08%	1,99%
		ENT (IDC e IDP)	295,72%	25,01%	-19,81%	27,26%	0,85%
MÉDIA PRODUTO A GERAL (%)		ENT (custo orç.)	1,86%	4,42%	5,56%	2,45%	1,78%
		ENT (IDC)	30,88%	22,03%	12,27%	3,83%	1,74%
		ENT (IDC e IDP)	152,99%	101,62%	32,42%	22,63%	12,44%
MÉDIA MÓDULO PRODUTO A GERAL (%)		ENT (custo orç.)	7,73%	8,94%	6,76%	3,14%	2,20%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Quando analisadas as estimativas no término pelo custo orçado em relação ao custo real do Produto A, verificou-se que na média, a ENT é maior, porém aproximada do custo real final da obra. A maior variação é na metade da obra sendo 5,56% maior que o custo final.

Analisando a ENT pelo índice de desempenho de custo, o resultado final da projeção de resultado se distancia um pouco do custo real de finalização do empreendimento. A variação da análise em relação ao custo real de finalização é decrescente do início da obra até o fim, sendo de 30,88% no primeiro momento de observação e de 1,74% três meses antes da finalização da obra.

A estimativa no término calculada pelos índices de desempenho de custo e prazo também tem um comportamento de resultado similar ao cálculo anterior da ENT, porém com uma projeção de resultado muito distante do custo real de finalização, variando de 152,99% no primeiro momento observado a 12,44% no último momento de observação.

Assumindo que a ENT pelo custo orçado extraída da aplicação do método do valor agregado é a mais próxima do custo real final das obras, quando a análise é realizada por região, os resultados das projeções de custo são em sua maioria acima dos custos reais finais. Somente na região nordeste, nos dois primeiros momentos de análise, a ENT é menor que o custo final.

Tabela 6 – Variação da ENT em relação ao custo real final do Produto B

(continua)

EMPREENDIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.B.S.01	SUL	ENT (custo orç.)	7,33%	3,96%	4,67%	2,72%	2,15%
		ENT (IDC)	16,87%	4,18%	5,18%	2,51%	2,02%
		ENT (IDC e IDP)	170,48%	72,83%	50,24%	19,49%	7,99%
PROD.B.SE.01	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-18,04%	-18,13%	-12,47%	-3,16%	1,34%
		ENT (IDC)	-12,19%	-14,37%	-3,07%	1,05%	3,01%
		ENT (IDC e IDP)	240,27%	536,55%	162,38%	53,11%	38,74%
PROD.B.SE.02	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-15,30%	-13,81%	-13,05%	2,03%	3,63%
		ENT (IDC)	21,35%	34,89%	3,54%	9,19%	6,40%
		ENT (IDC e IDP)	175,28%	456,80%	401,44%	84,44%	51,38%
PROD.B.SE.03	SUDESTE	ENT (custo orç.)	-1,17%	-0,48%	0,45%	-0,12%	0,43%
		ENT (IDC)	9,44%	76,81%	4,02%	0,18%	0,63%
		ENT (IDC e IDP)	18320,54%	14908,70%	226,52%	28,85%	15,21%
PROD.B.SE.04	SUDESTE	ENT (custo orç.)	4,99%	9,23%	5,60%	2,27%	2,93%
		ENT (IDC)	35,57%	35,00%	7,78%	2,50%	3,07%
		ENT (IDC e IDP)	14,61%	16,30%	47,86%	14,04%	10,93%
PROD.B.CO.01	CENTRO OESTE	ENT (custo orç.)	-17,68%	-14,74%	-8,79%	-4,74%	-2,33%
		ENT (IDC)	41,99%	19,72%	2,74%	-1,41%	-0,40%
		ENT (IDC e IDP)	408,94%	305,22%	124,62%	43,38%	36,47%
PROD.B.NE.01	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-0,79%	3,00%	2,11%	2,37%	1,81%
		ENT (IDC)	18,41%	15,56%	5,84%	3,62%	2,55%
		ENT (IDC e IDP)	65,69%	128,78%	66,11%	29,60%	21,60%
PROD.B.NE.02	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-3,29%	-4,10%	2,04%	2,55%	2,31%
		ENT (IDC)	15,30%	-0,37%	5,85%	2,90%	2,53%
		ENT (IDC e IDP)	203,15%	96,77%	57,42%	16,63%	14,28%

Tabela 6 – Variação das ENTS em relação ao custo real final do Produto B

(continuação)

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
PROD.B.NE.02	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-3,29%	-4,10%	2,04%	2,55%	2,31%
		ENT (IDC)	15,30%	-0,37%	5,85%	2,90%	2,53%
		ENT (IDC e IDP)	203,15%	96,77%	57,42%	16,63%	14,28%
PROD.B.NE.03	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-2,05%	-0,37%	3,57%	6,03%	5,35%
		ENT (IDC)	-4,85%	1,02%	8,37%	8,25%	6,21%
		ENT (IDC e IDP)	-34,46%	50,45%	81,40%	49,75%	28,09%
PROD.B.NE.04	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-2,03%	-3,34%	-0,37%	1,60%	1,20%
		ENT (IDC)	11,20%	-0,47%	0,43%	1,89%	1,32%
		ENT (IDC e IDP)	6,32%	-13,34%	20,70%	14,08%	10,63%
PROD.B.NE.05	NORDESTE	ENT (custo orç.)	-1,38%	-2,33%	1,78%	5,62%	3,74%
		ENT (IDC)	7,34%	0,43%	4,69%	7,72%	4,49%
		ENT (IDC e IDP)	21,37%	43,11%	64,14%	44,33%	23,81%
PROD.B.NE.06	NORDESTE	ENT (custo orç.)	0,71%	2,33%	6,53%	5,16%	3,82%
		ENT (IDC)	23,78%	21,70%	14,36%	7,50%	4,85%
		ENT (IDC e IDP)	259,54%	264,43%	120,34%	50,34%	29,38%
PROD.B.NE.07	NORDESTE	ENT (custo orç.)	18,23%	12,30%	8,78%	10,73%	6,41%
		ENT (IDC)	48,58%	10,38%	5,45%	9,30%	5,26%
		ENT (IDC e IDP)	19,34%	-23,57%	-8,48%	21,26%	8,25%
PROD.B.N.01	NORTE	ENT (custo orç.)	5,62%	6,82%	1,38%	-0,53%	-1,56%
		ENT (IDC)	5,04%	9,99%	-0,21%	-1,06%	-1,86%
		ENT (IDC e IDP)	17,76%	85,90%	21,42%	0,97%	-4,77%
Média Produto B Sul (%)		ENT (custo orç.)	7,33%	3,96%	4,67%	2,72%	2,15%
		ENT (IDC)	16,87%	4,18%	5,18%	2,51%	2,02%
		ENT (IDC e IDP)	170,48%	72,83%	50,24%	19,49%	7,99%
Média Produto B Sudeste (%)		ENT (custo orç.)	-11,50%	-10,81%	-8,36%	1,39%	2,14%
		ENT (IDC)	15,40%	34,95%	3,78%	1,24%	3,04%
		ENT (IDC e IDP)	143,39%	336,55%	194,45%	40,98%	21,63%
Média Produto B Centro-oeste		ENT (custo orç.)	-17,68%	-14,74%	-8,79%	-4,74%	-2,33%
		ENT (IDC)	41,99%	19,72%	2,74%	-1,41%	-0,40%
		ENT (IDC e IDP)	408,94%	305,22%	124,62%	43,38%	36,47%
Média Produto B Nordeste (%)		ENT (custo orç.)	-1,47%	-0,80%	3,21%	3,89%	3,41%
		ENT (IDC)	15,20%	4,42%	6,04%	6,77%	3,94%
		ENT (IDC e IDP)	28,18%	61,15%	57,96%	27,95%	19,90%
Média Produto B Norte (%)		ENT (custo orç.)	5,62%	6,82%	1,38%	-0,53%	-1,56%
		ENT (IDC)	5,04%	9,99%	-0,21%	-1,06%	-1,86%
		ENT (IDC e IDP)	17,76%	85,90%	21,42%	0,97%	-4,77%

Tabela 6 – Variação das ENTS em relação ao custo real final do Produto B

(conclusão)

EMPREENDIMENTO	REGIÃO	PROJEÇÃO	3 meses pós início	6 meses pós início	Meio	6 meses p/ fim	3 meses p/ fim
MÉDIA PRODUTO B GERAL (%)		ENT (custo orç.)	0,79%	0,61%	2,78%	2,70%	2,34%
		ENT (IDC)	14,30%	12,67%	5,35%	3,32%	2,97%
		ENT (IDC e IDP)	120,64%	155,40%	74,24%	32,07%	17,02%

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Quando analisada a estimativa no término com a aplicação do método do valor agregado no monitoramento e controle do Produto B, o resultado é mais próximo do custo real final do que o obtido com o Produto A. A ENT pelo custo orçado é a que mais se aproxima do custo real final, sendo que a ENT pelo IDC e pelo IDC e IDP apresentam distanciamentos maiores.

Nos dois primeiros momentos de observação da ENT pelo custo orçado, a projeção é bem próxima do custo real final, aumentando um pouco a partir da metade da obra.

Quando a análise é realizada por região, os resultados têm variações maiores em relação ao custo final. Na região sul a ENT em média, nos cinco momentos de observação está sempre maior que o custo final. Na região sudeste, até a metade da obra, a projeção é abaixo do custo final, se alinhando com o custo real nos dois momentos finais de observação. Na região centro-oeste a projeção é sempre abaixo do custo real final, apesar de ir reduzindo a variação quando se aproxima da finalização da obra. Na região nordeste, nos dois primeiros momentos de observação, a ENT está bastante alinhada com o custo final e a partir da metade da obra tem uma variação em torno de 3% do custo real final. Finalmente na região norte, a ENT nos dois primeiros momentos de observação tem um distanciamento em torno de 6% do custo real final, reduzindo o distanciamento a partir da metade da obra.

De forma geral, na análise da aplicação do método do valor agregado na projeção de custo dos empreendimentos, o cálculo da ENT pelo custo orçado possibilita uma

projeção de resultado de finalização de custo das obras alinhada com o custo real final. Mesmo nos casos em que a ENT está abaixo do custo real final, ela indica uma projeção de acréscimo em relação ao custo orçado, alertando a necessidade de um esforço na busca da correção de desvios da obra.

4.6.2 Projeções de prazo do método do valor agregado

Passando para a projeção de prazo obtida com a aplicação do método do valor agregado na amostra, foi realizada a análise do índice de desempenho de prazo, que é calculado pelo valor agregado em relação à linha de base projetada, demonstrando se o cronograma inicialmente proposto está sendo atendido ou não.

A variação foi calculada pelo prazo planejado multiplicado pelo IDP do período reduzido da duração real, como mostra a equação 15.

$$\Delta \text{ Projeção Prazo} = (\text{prazo planejado} \times \text{IDP (período)}) - \text{duração real} \quad (15)$$

A análise foi realizada em três momentos: seis meses após o início da obra, no meio da obra e seis meses antes do término da obra, como mostram as tabelas 7 e 8, separadas por produto.

Tabela 7 – Variação projeção de prazo em relação à duração final do Produto A

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	6 meses pós início (meses)	Meio (meses)	6 meses p/ fim (meses)
PROD.A.S.01	SUL	-5	3	3
PROD.A.SE.01	SUDESTE	29	3	-8
PROD.A.SE.02	SUDESTE	4	-18	-22
PROD.A.SE.03	SUDESTE	2	-6	0
PROD.A.SE.04	SUDESTE	-9	-	4
PROD.A.SE.05	SUDESTE	74	21	-4
PROD.A.SE.06	SUDESTE	-6	-1	-3
PROD.A.SE.07	SUDESTE	7	-2	1
PROD.A.SE.08	SUDESTE	2	-3	2
PROD.A.SE.09	SUDESTE	1	3	-3
PROD.A.SE.10	SUDESTE	6	6	3
PROD.A.CO.01	CENTRO OESTE	17	-2	-6
PROD.A.CO.02	CENTRO OESTE	49	3	-16
PROD.A.CO.03	CENTRO OESTE	17	5	3
PROD.A.NE.01	NORDESTE	5	-16	-35
PROD.A.NE.02	NORDESTE	284	-29	-31
PROD.A.NE.03	NORDESTE	-18	-10	-6
PROD.A.NE.04	NORDESTE	-10	0	0
PROD.A.NE.05	NORDESTE	15	30	1
PROD.A.N.01	NORTE	-2	-7	-1
Média Produto A Sul (Δ meses)		-5	3	3
Média Produto A Sudeste (Δ meses)		4	0	-1
Média Produto A Centro-oeste (Δ meses)		17	2	-6
Média Produto A Nordeste (Δ meses)		-2	-9	-9
Média Produto A Norte (Δ meses)		-2	-7	-1
MÉDIA PRODUTO A GERAL (Δ meses)		9	-1	-2

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Analisando a média da variação em meses da projeção obtida com o índice de desempenho de prazo no Produto A, seis meses após o lançamento do empreendimento, o cálculo gera uma projeção de prazo de finalização da obra, nove meses maior do que a duração final da obra. Na metade da obra, a variação da projeção obtida pelo cálculo é de um mês menor do que a duração real e seis meses

antes da finalização da obra, essa variação aumenta para dois meses a menos do que o duração final realizada.

Quando a análise é realizada por região, nas regiões sul e sudeste a projeção se aproxima da duração real da obra a partir da metade da obra. Na região centro-oeste, somente na metade da obra a projeção se aproxima da duração final. Na região nordeste, a projeção de prazo calculada pelo IDP é bastante abaixo da duração final e finalmente, na região norte, a projeção só se aproxima do resultado real no último momento de observação, seis meses antes da finalização da obra.

Os resultados das projeções de prazo calculadas pelo IDP para o Produto B estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 8 – Variação projeção de prazo em relação à duração final do Produto B

EMPREENHIMENTO	REGIÃO	6 meses pós início (meses)	Meio (meses)	6 meses p/ fim (meses)
PROD.B.S.01	SUL	10	6	2
PROD.B.SE.01	SUDESTE	100	12	-11
PROD.B.SE.02	SUDESTE	32	44	-14
PROD.B.SE.03	SUDESTE	0	0	0
PROD.B.SE.04	SUDESTE	-14	-5	-9
PROD.B.CO.01	CENTRO OESTE	19	1	-10
PROD.B.NE.01	NORDESTE	11	4	-2
PROD.B.NE.02	NORDESTE	14	1	-6
PROD.B.NE.03	NORDESTE	4	6	1
PROD.B.NE.04	NORDESTE	-16	-11	-13
PROD.B.NE.05	NORDESTE	-3	-2	-7
PROD.B.NE.06	NORDESTE	27	7	-1
PROD.B.NE.07	NORDESTE	-6	-2	2
PROD.A.N.01	NORTE	8	-1	-5
Média Produto B Sul (Δ meses)		10	6	2
Média Produto B Sudeste (Δ meses)		39	21	-9
Média Produto B Centro-oeste (Δ meses)		19	1	-10
Média produto B Nordeste (Δ meses)		4	2	-2
Média produto B Norte (Δ meses)		8	-1	-5
MÉDIA PRODUTO B GERAL (Δ meses)		14	2	-6

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Nota: Dados fora do intervalo do desvio padrão não foram considerados nas médias.

Na amostra do Produto B, a variação da projeção calculada pelo IDP em relação ao resultado final é maior, sendo de quatorze meses maior do que o prazo final seis meses após o início da obra, de dois meses maior na metade da obra e de seis meses menor do que o prazo real de finalização seis meses antes do final da obra.

Analisando a projeção de prazo por regiões, no produto B, até a metade da obra, a projeção é acima da duração final da obra, com exceção da região norte. A maior variação verificada é na região sudeste, que tem uma variação de projeção na média de vinte e um meses maior que a duração final da região. Na região sul, a variação é de seis meses e nas regiões centro-oeste e nordeste, a variação é de um e dois meses respectivamente.

No último momento de observação, seis meses antes da finalização da obra, com exceção da região sul, todas as projeções de prazo são abaixo da duração real de finalização das obras.

Na análise da projeção de prazo calculada pelo IDP nos dois produtos, observou-se que na metade da obra é obtido o melhor resultado da projeção em relação à duração final das obras. No primeiro momento observado, seis meses após o início da obra, a projeção de prazo é na média bastante maior que a duração final e seis meses antes da finalização da obra, a projeção é menor que a duração real da obra.

4.7 O MÉTODO ALFA X O MÉTODO DO VALOR AGREGADO

4.7.1 Comparando as projeções de custo

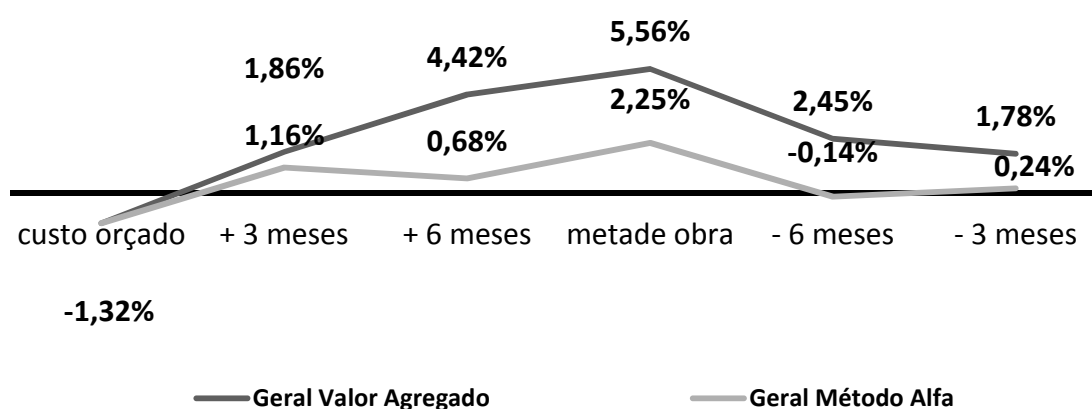
Após a análise do método alfa e a aplicação do método do valor agregado nos empreendimentos da amostra, foi realizada uma comparação entre os resultados obtidos com os dois métodos de análise. Essa comparação foi realizada para as projeções de custo e de prazo e foi dividida entre os dois produtos da empresa.

Iniciando pela projeção de custo, para o método do valor agregado está sendo utilizada a ENT pelo custo orçado, pois foi verificado que essa projeção do método é a que mais se aproxima do resultado final dos empreendimentos. Além disso, as variações são sempre em relação ao custo real final das obras.

No gráfico 1, foi comparada a variação média entre a tendência e o custo real final dos empreendimentos obtidas com o método alfa com a ENT do método do valor agregado no Produto A, como pode ser visto abaixo.

Gráfico 1 – Comparação projeção de custos – Produto A Geral

Projeção de Custo - Produto A Geral

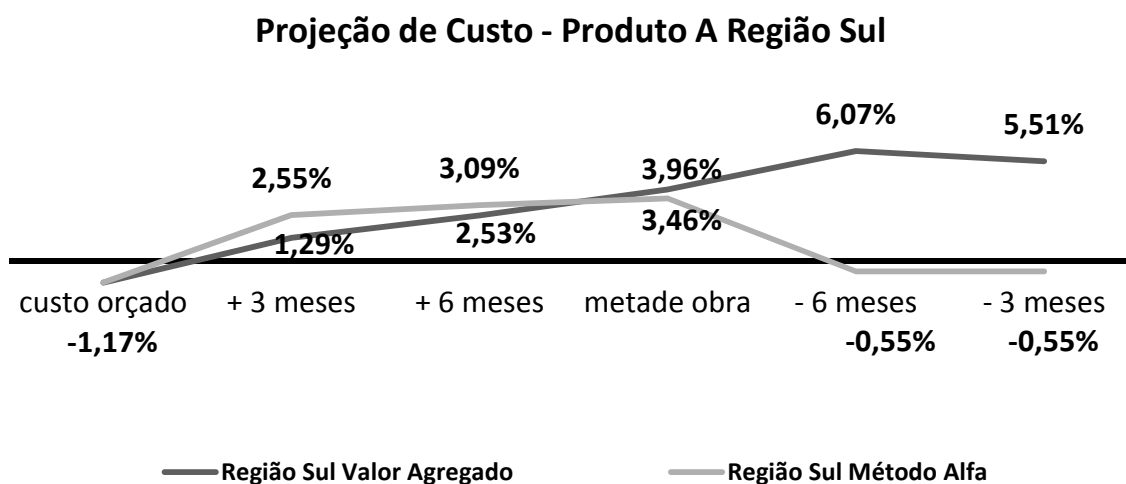


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Analisando o gráfico, verifica-se que a projeção de custo obtida com o método alfa e com o método do valor agregado têm comportamentos semelhantes, porém a projeção obtida com o método alfa se aproxima mais do custo real.

Quando a análise é realizada por regiões, o comportamento do Produto A é variado, conforme mostra os gráficos 2 da região sul, o gráfico 3 da região sudeste, o gráfico 4 da região centro-oeste, o gráfico 5 da região nordeste e o gráfico 6 da região norte, que comparam as projeções extraídas dos dois métodos.

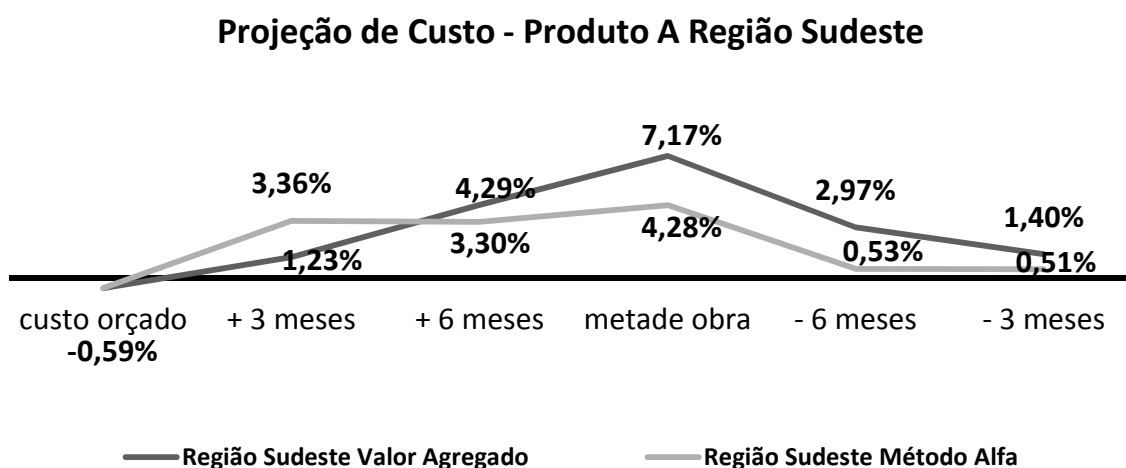
Gráfico 2 – Comparação projeção de custos – Produto A região sul



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região sul, percebe-se que as projeções estão alinhadas até a metade da obra, porém após isso, existe um distanciamento, sendo que o método alfa fica mais próximo do custo real final.

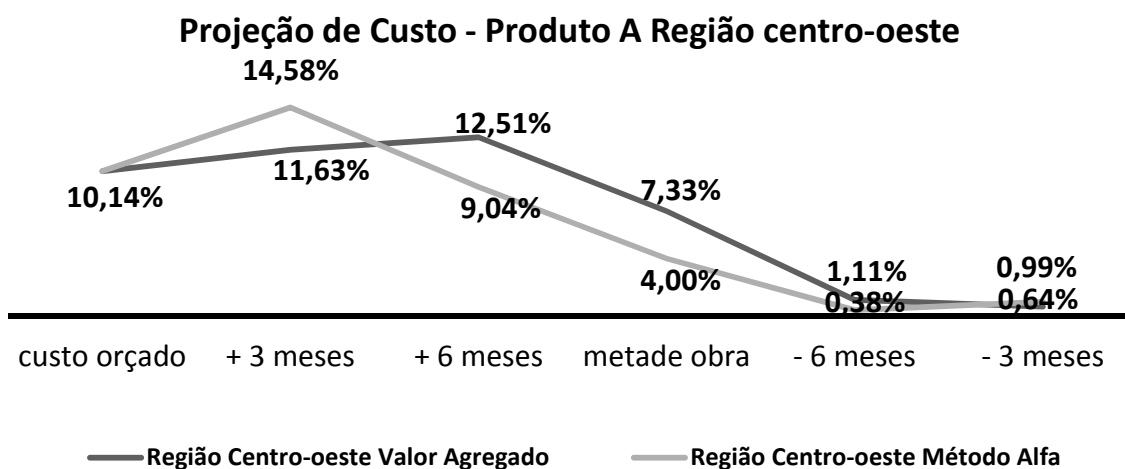
Gráfico 3 – Comparação projeção de custos – Produto A região sudeste



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região sudeste, verifica-se que a projeção de custo obtida com o método alfa e com o método do valor agregado têm comportamentos semelhantes, porém a projeção obtida com o método alfa se aproxima mais do custo real.

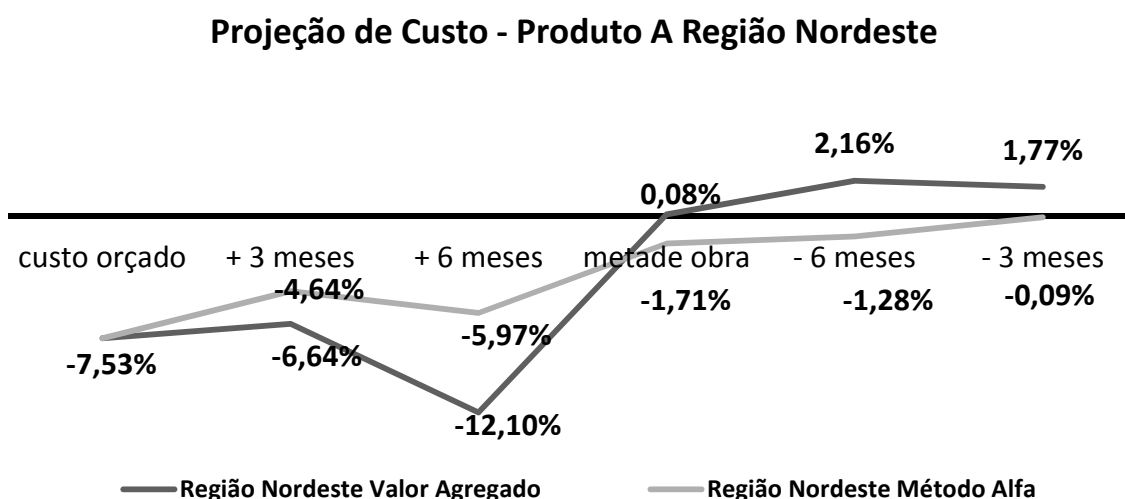
Gráfico 4 – Comparação projeção de custos – Produto A região centro-oeste



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região centro-oeste, em que o custo orçado tem um distanciamento de 10% do custo real final, o que representa uma economia em obra, a partir da metade da obra, tanto as projeções do método alfa como a ENT do método do valor agregado, começam a se aproximar do custo real final, sendo mais próximas nos dois últimos momentos de observação.

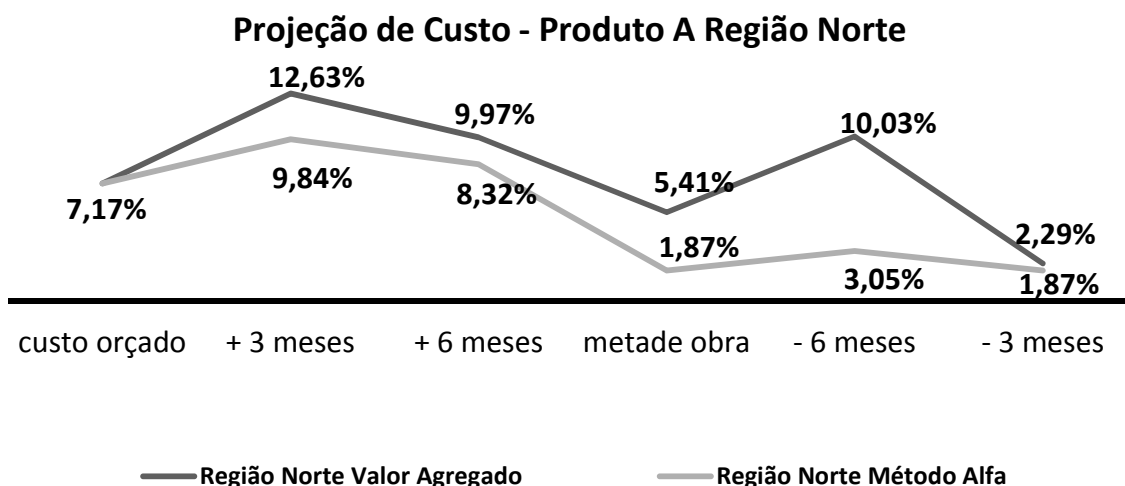
Gráfico 5 – Comparação projeção de custos – Produto A região nordeste



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Analisando o comportamento da região nordeste, os dois métodos de projeção começam a ser mais alinhados com o custo final a partir da metade da obra, sendo que a projeção do método alfa fica sempre abaixo do custo real e a ENT do valor agregado fica levemente acima do custo real final.

Gráfico 6 – Comparação projeção de custos – Produto A região norte

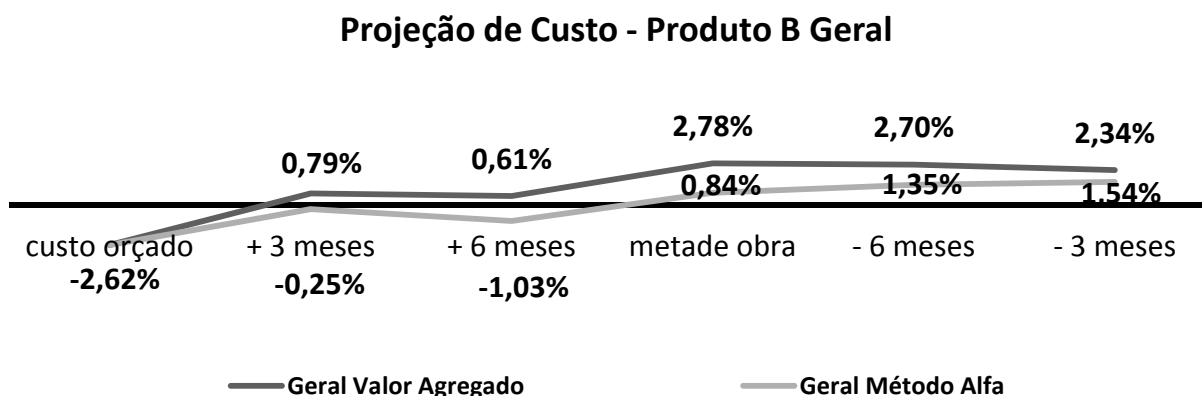


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Finalmente, na região norte, as projeções de resultados são sempre maiores que o custo real final, sendo que no método alfa o resultado é mais próximo do real.

Passando para o Produto B, a comparação de projeção de custo dos dois métodos em relação ao custo real final pode ser observada no gráfico 7.

Gráfico 7 – Comparação projeção de custos – Produto B Geral

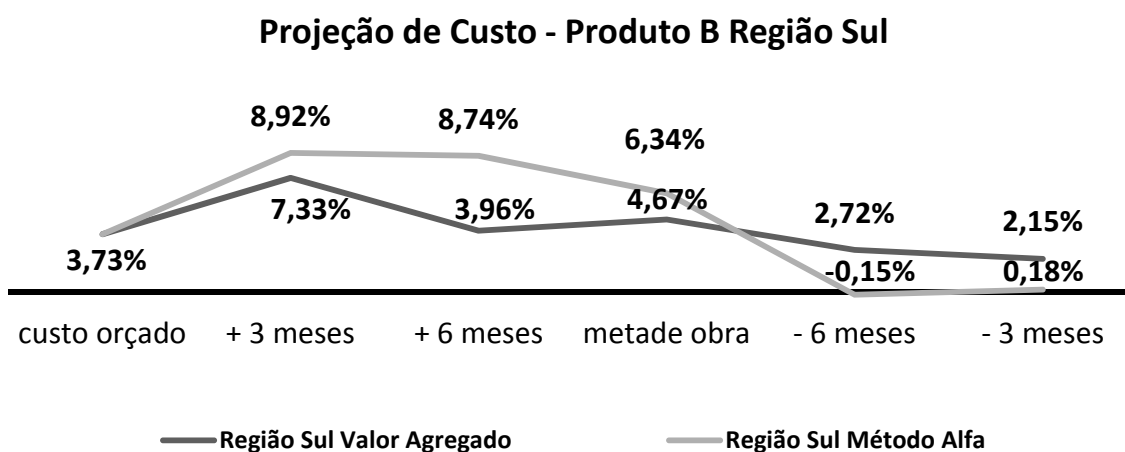


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tanto a projeção realizada no método alfa, quanto a projeção calculada pelo método do valor agregado são alinhadas com o custo real final da obra, porém a ENT do método do valor agregado demonstra antecipadamente a projeção de acréscimo em relação ao custo real final, a partir de três meses após o início da obra.

Quando a análise é realizada por regiões, os comportamentos são diversos, como podem ser observados no gráfico 8 da região sul, gráfico 9 da região sudeste, gráfico 10 da região centro-oeste, gráfico 11 da região nordeste e gráfico 12 da região norte, apresentados abaixo.

Gráfico 8 – Comparação projeção de custos – Produto B região sul

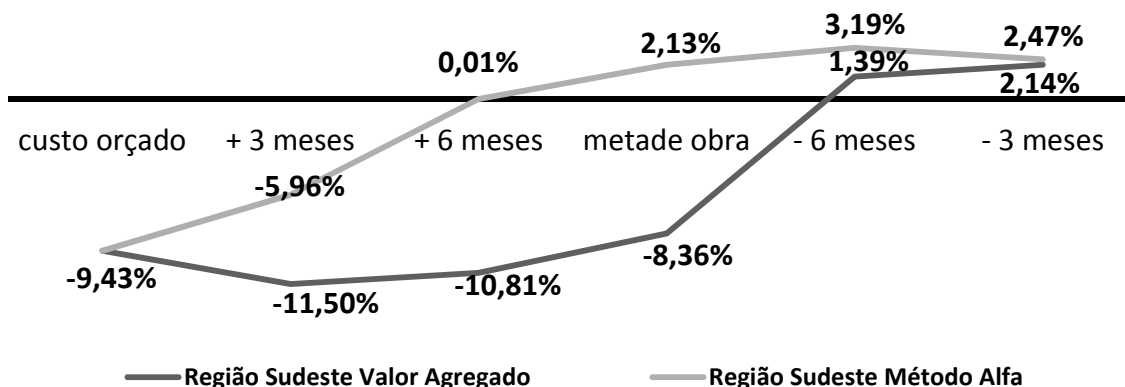


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região sul, em que é observada uma redução do custo real em relação ao custo orçado, a projeção é sempre acima do custo real final, sendo que seis meses antes da finalização, o método alfa se aproxima mais do custo real.

Gráfico 9 – Comparação projeção de custos – Produto B região sudeste

Projeção de Custo - Produto B Região Sudeste

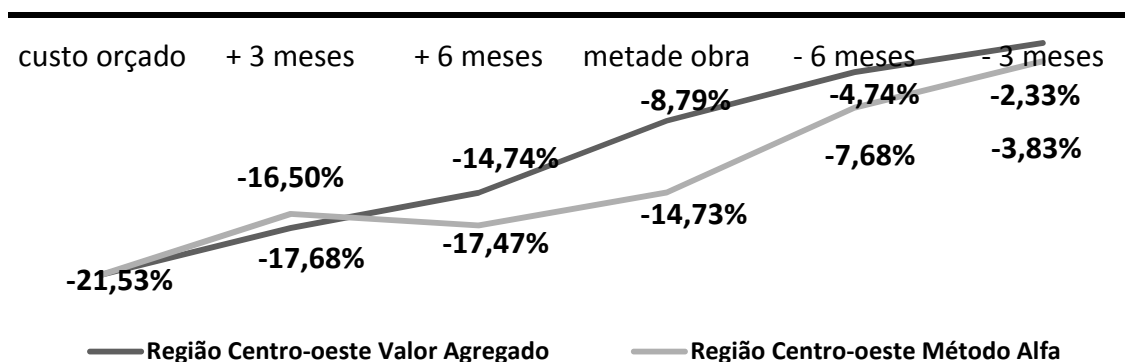


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na análise das projeções da região sudeste do Produto B, os resultados obtidos com o método alfa estão mais próximos do custo real final, sendo que a ENT do método do valor agregado só se alinha com o custo real seis meses antes da finalização da obra.

Gráfico 10 – Comparação projeção de custos – Produto B região centro-oeste

Projeção de Custo - Produto B Região Centro -Oeste

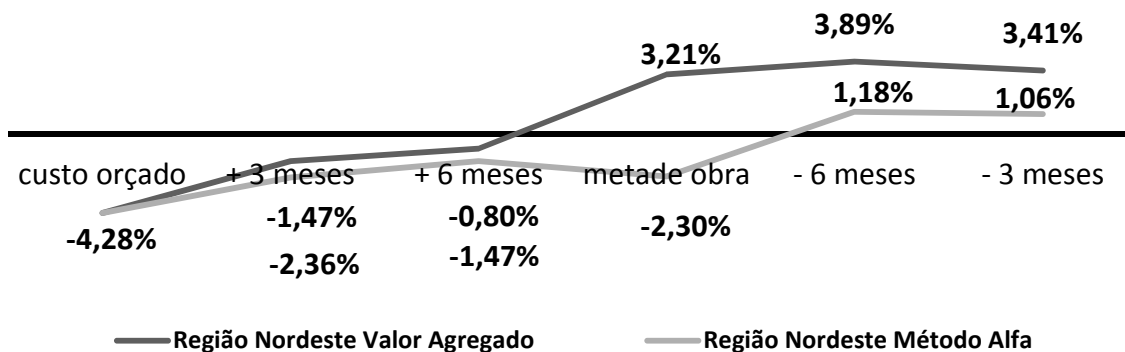


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região centro-oeste, as projeções são abaixo do custo final, porém indicam desde o início uma projeção de acréscimo em relação ao custo orçado.

Gráfico 11 – Comparação projeção de custos – Produto B região nordeste

Projeção de Custo - Produto B Região Nordeste

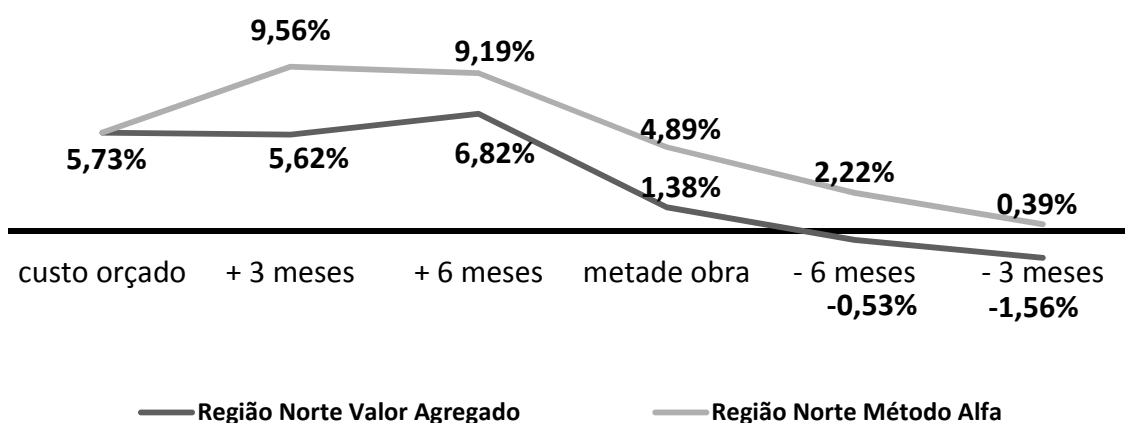


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região nordeste, a indicação de acréscimo em relação ao custo orçado também aparece nos dois métodos, porém o método do valor agregado faz antecipadamente a aproximação do custo real final.

Gráfico 12 – Comparação projeção de custos – Produto B região norte

Projeção de Custo - Produto B Região Norte



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na região norte, a ENT extraída do método do valor agregado se aproxima mais do custo real de finalização do que a tendência realizada pelo método alfa.

Após a observação e análise tanto da tendência de custos projetada pelo método alfa, quanto da estimativa no término calculada pelo método do valor agregado, percebe-se que as duas projeções de custos são efetivas, alternando a sua aproximação do custo real final de acordo com produto e região. A principal diferença das projeções é que a tendência gerada pelo método alfa depende efetivamente da informação física e financeira reportada pela equipe de campo e a ENT gerada pelo método do valor agregado pode ser calculada cruzando informações de execução de serviços em campo e de custos reais, que podem ser verificados nos sistemas da empresa.

4.7.2 Comparando as projeções de prazo

Comparando as projeções de prazo geradas pelo método alfa e pelo método do valor agregado no Produto A, a aproximação com a duração final das obras é um pouco distante da realidade nos dois casos, como verificado na tabela 9 abaixo.

Tabela 9 – Comparação projeção de prazos – Produto A

	Δ prazo planejado	+ 6 meses		metade obra		- 6 meses	
		VA	ALFA	VA	ALFA	VA	ALFA
geral	-6	9	-6	-1	-6	-2	-3
sul	-4	-5	-3	3	-4	3	-4
sudeste	-4	4	-6	0	-6	-1	-3
centro oeste	-4	17	-9	2	-11	-6	-4
nordeste	-11	-2	-16	-9	-10	-9	-1
norte	-4	-2	1	-7	1	-1	-1

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na média, em todas as regiões, a execução das obras tem atraso do prazo planejado para a duração final. Comparando a projeção realizada pelos dois métodos, no método alfa, a projeção é sempre abaixo da duração total final das

obras. Já no método do valor agregado, a duração que é calculada em relação ao índice de desempenho de prazo, na metade da obra gera uma projeção de prazo de finalização aproximada da duração final nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, sendo que nas regiões nordeste e norte, a projeção de prazo permanece abaixo da duração final da obra.

Analisando o Produto B, o prazo planejado é menor do que a duração final das obras, como pode ser observado na tabela 10.

Tabela 10 – Comparação projeção de prazos – Produto B

	Δ prazo planejado	+ 6 meses		metade obra		- 6 meses	
		VA	ALFA	VA	ALFA	VA	ALFA
geral	-9	14	-9	2	-6	-6	-3
sul	-2	10	-2	6	-2	2	-2
sudeste	-12	39	-11	21	-5	-9	-2
centro oeste	-13	19	-13	1	-8	-10	-3
nordeste	-7	4	-10	2	-8	-2	-4
norte	-7	8	-7	-1	-7	-5	-5

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Comparando as projeções de prazo no Produto B, o comportamento da projeção do método alfa também fica sempre abaixo da duração final da obra, porém analisando a projeção média geral realizada pelo método do valor agregado, na metade da obra observa-se o resultado mais aproximado da duração final das obras.

Quando a análise é realizada por regiões, nos dois primeiros momentos de observação são projetados acréscimos de prazo pelo método do valor agregado e no terceiro momento as projeções passam a ser de redução de prazo em relação à duração final das obras. A região sudeste, na projeção pelo método do valor agregado, gera os resultados mais distorcidos, se comparados com a duração real de finalização.

As projeções de prazo realizadas pelos dois métodos nos dois produtos, ainda são distantes da duração final das obras, porém a projeção realizada pelo método do valor agregado, apesar de não ser tão efetiva na determinação do prazo de finalização, indica o não atendimento do cronograma planejado e um provável aumento do prazo de finalização do empreendimento desde o primeiro momento de análise.

5 CONCLUSÕES

No presente trabalho, constatou-se a necessidade de estudo e aplicação de um método matemático de projeção de custo e prazo para obras de loteamentos urbanos residenciais. Primeiro, pela experiência da autora em relação à projeção de resultados na empresa em que trabalha, depois pela necessidade expressada pelas partes interessadas do setor, como expresso no caderno técnico do ConstruBusiness (FIESP, 2016), e finalmente pela constatação por exploração bibliográfica da não existência de bibliografia específica para o tipo de empreendimento objeto de estudo.

Diante disso, foi definido que o método a ser investigado seria o método do valor agregado, sendo realizada a aplicação do método para o monitoramento e controle da fase de execução de trinta e quatro obras de loteamentos urbanos residenciais, seguindo as regras propostas pelo PMI (2013).

A presente dissertação, inicialmente, cumpriu os três primeiros objetivos propostos, uma vez que:

- Foi investigado o método do valor agregado para a análise dos desvios de prazos e custos, pelo estudo detalhado de seu histórico e teoria, mostrados no capítulo 3;
- Foi realizada a sua aplicação como método de monitoramento e controle em trinta e quatro obras, mostrado no item 4.6 do capítulo 4;
- Foi apresentado o processo de implantação do método para o controle de obras de loteamentos urbanos residenciais, mostrado no item 4.5 do capítulo 4;
- Foi realizada a comparação entre os resultados obtidos da aplicação do método do valor agregado com os métodos existentes da empresa analisada no estudo de caso, mostrada no item 4.7 do capítulo 4.

A conclusão do quinto objetivo, *identificar os benefícios e limitações da aplicação do método*, só foi possível após a realização dos objetivos acima e é descrita a seguir.

Benefícios:

- Determinação de linha de base do projeto, distribuída no tempo, servindo como referência para o seu desenvolvimento. A determinação da linha de base é indispensável para a aplicação do método;
- Informações de andamento de obra e custos reais de execução, comparados com o orçamento no término e linha de base dos empreendimentos;
- Projeção de resultados de prazo e custo com fórmulas definidas;
- Identificação imediata de desvios em relação à linha de base e em relação ao custo orçado, como a VPr e a VC, gerando alertas para desvios do planejamento inicial e possíveis necessidades de tomada de ações;
- Disponibilização de indicadores da execução como o IDC, IDP e IDPT, sendo de fácil leitura gerencial para uma visão do andamento do projeto;
- Projeção de resultados de custo, ENT, aproximadas do custo real final dos empreendimentos;
- Indicação de desvios de prazos, apesar das projeções não serem muito aproximadas.

As limitações foram divididas em dois tipos, limitações da aplicação do método e limitações do resultado.

Limitações da Aplicação:

- Linhas de base mal planejadas geram projeções de resultados distorcidas. Se o planejamento de uma obra estiver subdimensionado em seu início, ou o contrário, pode gerar projeção de resultados de prazo e custo que não refletem a realidade da obra;
- Nível de aferição do método – o detalhamento dos projetos de infraestrutura na determinação do orçamento no término muitas vezes é de projeto básico, gerando variações de detalhamento quando o projeto executivo é finalizado. Quando aplicada a análise do valor agregado no nível da atividade, o valor agregado da obra se torna baixo por ele ser medido em relação ao ONT, fazendo com que as alterações de escopo como diâmetros de tubos, alturas de caixas de passagem, etc., não agreguem valor na obra. O nível ideal de

aplicação do método identificado na pesquisa foi no nível dos serviços (ex. terraplenagem, drenagem, rede de água, etc.).

Limitações do resultado:

- A aplicação do método, na amostra definida, não obteve resultados próximos dos reais em relação aos prazos de finalização das obras, apesar de indicar comportamentos de atraso ou antecipação de prazo;
- A projeção de economia só foi identificada a partir da metade da obra com a aplicação do método na amostra.

Após a verificação do atendimento dos objetivos propostos, comparando a aplicação do método do valor agregado com o método utilizado nos empreendimentos da empresa, os resultados obtidos com o chamado método alfa, se mostraram mais próximos da realidade do custo real final dos empreendimentos nas médias gerais. Porém não invalida a análise e possível adoção do método do valor agregado pela empresa, pois é um método matemático de projeção de resultados e o outro método depende da informação considerada pelas equipes de campo.

Quando é analisada a projeção de prazos, os dois métodos se mostram pouco efetivos, porém o método do valor agregado identifica desde o primeiro momento de análise os desvios de prazo que ocorrem na execução.

Além disso, é difícil afirmar que o comportamento da amostra em relação à projeção de custo e prazo seja determinado em relação à região. Na amostra do Produto A, quando analisado o método alfa, a região nordeste tende a subestimar a projeção de custo, enquanto que no produto B, esse comportamento é observado na região centro-oeste. Quando é realizada a análise em relação ao prazo projetado, somente a amostra da região norte do Produto A tem um comportamento diferente das outras regiões, mostrando uma projeção de prazo mais próxima da duração final da execução da obra.

Sob o ponto de vista profissional, a realização desse trabalho foi de grande utilidade para a autora e para a empresa em que trabalha, pois foram elucidadas questões em relação à efetividade dos métodos de monitoramento e controle praticados atualmente na empresa e geradas reflexões em relação a possíveis melhorias. A implantação do método do valor agregado em trinta e quatro empreendimentos reais

da empresa possibilitou a verificação de resultados da aplicação e produziu material para a tomada de decisão de utilização do método em empreendimentos futuros.

Do ponto de vista acadêmico, espera-se ter avançado o conhecimento sobre métodos de monitoramento e controle da execução de obras de loteamentos urbanos residenciais. A estruturação da implantação do método do valor agregado e a análise da sua aplicação contribuem à medida que fornecem subsídios para outros trabalhos acadêmicos que tratam sobre gestão, planejamento, monitoramento e controle, execução de obras de loteamentos e execução de obras de infraestrutura.

Para finalizar, destaca-se a preocupação desse trabalho ter sido aplicado em uma empresa real, com empreendimentos reais, e não em cenários teóricos, com o intuito de mostrar que o método do valor agregado pode ser implantado no monitoramento e controle de outras empresas do setor.

Com desenvolvimento dessa dissertação foi visualizado como sugestão de trabalho futuro: A análise de resultados obtidos com a aplicação do método do valor agregado nos serviços com maior representatividade de financeira, curva ABC, das obras de loteamentos urbanos residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Portal da Transparência**. Brasília: Controladoria-Geral da União, 2016. Disponível em: <<http://www.portaltransparencia.gov.br/copa2014/home.seam>> Acessado em: 11 set. 2016.

BRASIL. Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. **Presidência da República. Casa Civil**. Brasília, DF, 16. dez. 1964.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. **Presidência da República. Casa Civil**. Brasília, DF, 19. dez. 1979.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata. 2 ed. **Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas**. Brasília, 2001. 80 p.

CÂNDIDO, L. F.; CARNEIRO, J. Q.; HEINECK, L. F. M. Uma visão *lean* do gerenciamento do valor agregado aplicado a projetos de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais ENTAC 2014**. Maceió: ENTAC, 2014. p. 1418-1427.

CASTELO, A. M.; GONÇALVES, R. Três anos consecutivos de declínio: Resultado do PIB no terceiro trimestre frustra expectativas de retomada no final do ano e piora projeções para 2017. **Conjuntura da Construção**, São Paulo, ano XIV, n. 4, p. 4-6, dez. 2016.

CONSTRUBUSINESS – CONGRESSO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO, 12, 2016, São Paulo. **Caderno Técnico**. São Paulo: Fiesp. Deconcic, 2016.

² De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023).

COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implantação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil.** 2003.174 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – PPGEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FLEMING, Q. W.; KOPPELMAN, J. M.; **Earned Value Project Management: A Powerful Tool for Software Projects.** In: **Software Management.** 7 ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2006. p. 337-341.

GRANJA, A. D.; MUIANGA, E. A. D.; RUIZ, J. A. **Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência.** **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 79-97, mar. 2015.

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 5 ed. São Paulo: Imam, 1994. 235 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas Nacionais Trimestrais - Tab_Compl_CNT_3T16.xls.** Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaulttabelas.shtml>> Acesso em: 14 jan. 2017.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, CA: Stanford University, 1992. 75 p.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** 1 ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1997. 240 p.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA Mário. **Infra-estrutura urbana.** 1 ed. Porto Alegre: Masquatro, 2005. 210 p.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** 1 ed. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.

MORELLI, S. **Gestão de custos em projetos: uma aplicação prática do uso do EVMS**. 2007. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NETTO, J. T.; QUELHAS, O. L. G. Análise de modelos e práticas de medição de desempenho de valor agregado: o caso de gestão de projetos de obras civis públicas no Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Betim, v. 12.1, n. 1, p. 959-968, 2014.

OLIVEIRA, R. C. F. **Gerenciamento de projetos e a aplicação da análise de valor agregado em grandes projetos**. 2003. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23. mar. 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guide to the project Management body of knowledge (PMBOK Guide)**. 5. Ed. Pennsylvania: PMI, 2013. 589 p.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F.. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 43-56, abr. 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2014.

SHEWHART, W. A. **Economic control of quality of manufactured product**. Milwaukee: ASQ Quality Press, 1999. 520 p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **PIB da Construção deve ficar em -5,3% em 2016.** São Paulo: SindusCon-SP, 2016. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/release/pib-da-construcao-deve-ficar-em-53-em-2016-segundo-o-sinduscon-sp/>> Acessado em: 06. jan. 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Taxa de desocupação fica em 11,2% no primeiro trimestre móvel: Índice, que é o maior desde 2012 aponta que mais de 60 milhões estão fora do mercado de trabalho.** São Paulo: SindusCon-SP, 2016. Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br/taxa-de-desocupacao-fica-em-112-no-primeiro-trimestre-movel/>> Acessado em: 12. nov. 2016.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.