

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Eduardo Dal Ri Oliva Pinto

**TÉCNICA DO VALOR AGREGADO: APLICAÇÃO EM UMA
OBRA RESIDENCIAL**

Porto Alegre
novembro 2013

Eduardo Dal Ri Oliva Pinto

**GERENCIAMENTO DO VALOR AGREGADO: APLICAÇÃO
EM UMA OBRA RESIDENCIAL**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Francisco José Kliemann Neto

Porto Alegre
novembro 2013

EDUARDO DAL RI OLIVA PINTO

**GERENCIAMENTO DO VALOR AGREGADO: APLICAÇÃO
EM UMA OBRA RESIDENCIAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 20 de dezembro de 2013

Prof. Francisco José Kliemann Neto
Dr. pelo Institut National Polytechnique de Lorraine
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Francisco José Kliemann Neto (UFRGS)
Dr. pelo Institut National Polytechnique de Lorraine

Prof. Eduardo Luís Isatto (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Joana Siqueira de Souza (PUCRS)
Dr.^a. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus queridos pais que me ensinaram sobre os caminhos da vida, mas sempre me deram o poder e a responsabilidade de decidir meu futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Kliemann, orientador deste trabalho, pelos seus conselhos e ensinamentos.

Agradeço à Profa. Carin por toda sua dedicação e comprometimento com seus alunos de TCC.

Agradeço aos meus colegas e amigos de curso que fizeram parte importante deste longo caminho percorrido.

Agradeço à minha namorada por toda paciência ao acompanhar o desenvolvimento deste trabalho e pelo grande otimismo pela finalização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais por me proporcionarem uma excelente educação profissional e emocional desde criança.

Agradeço à Oliva Construções e sua equipe por contribuir para a conclusão desta pesquisa.

No meio da confusão, encontre a simplicidade.
A partir da discórdia, encontre a harmonia.
No meio da dificuldade reside a oportunidade.

Albert Einstein

RESUMO

Dada à ampla concorrência, mesmo no mercado da construção, o preço já não pode ser definido pelas empresas como ocorria em um passado recente. Então, torna-se, o custo, uma arma competitiva nesse cenário. Porém, os modelos de gestão de custos usados em diferentes indústrias não são facilmente aplicados à construção civil, dada a grande variabilidade do produto e das condições produtivas intrínsecas. Neste ambiente, a busca por ferramentas capazes de adicionar valor à tomada de decisão traz consigo a necessidade da previsibilidade de resultados a partir de análises para, assim, torná-las proativas na contenção de desvios ou desperdícios em relação aos custos planejados. Este trabalho tem como objetivo principal a aplicação da Técnica do Valor Agregado (TVA), assim como o acompanhamento dos indicadores da gestão de custo dessa ferramenta, em um empreendimento residencial. As implicações quanto ao acompanhamento dos custos do empreendimento e quanto à confiabilidade das previsões fornecidas pelo uso da TVA são discutidas. Assim, busca-se fornecer mais subsídio para a implantação da TVA em projetos de construção no país, visto que hoje sua utilização ainda é pequena.

Palavras-chave: Controle de Custos na Construção Civil. Técnica do Valor Agregado. Ferramenta Gerencial de Controle de Prazo e Custo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre as etapas do projeto de pesquisa	15
Figura 2 – Inter-relação entre as siglas da TVA	26
Figura 3 – As curvas da base da TVA	29
Figura 4 – Indicadores da TVA no gráfico	30
Figura 5 – Implantação do condomínio residencial.....	43
Figura 6 – Orçamento da obra existente	44
Figura 7 – Cronograma físico-financeiro simplificado	44
Figura 8 – Divisão dos serviços em parcelas de fácil medição.....	45
Figura 9 – Detalhe da divisão dos serviços.....	47
Figura 10 – Relação esquemática do risco do projeto e do rigor da TVA.....	48
Figura 11 – Variação do INCC-M.....	49
Figura 12 – Evolução mensal dos serviços analisados	50
Figura 13 – Percentual acumulado em valor das tarefas selecionas	50
Figura 14 – Resultados referentes ao total da obra.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Acontecimentos históricos envolvendo a TVA	25
Quadro 2 – Perguntas frequentes na gestão e as respostas providas pela TVA	30
Quadro 3 – Matriz entre IDP e IDC	33
Quadro 4 – Diferenças nos resultados obtidos com e sem a TVA.....	36
Quadro 5 – Estabilidade IDC com a variação do prazo acumulado.....	37
Quadro 6 – Diferentes resultados da estabilidade de IDC em projetos variados.....	38

LISTA DE SIGLAS

CR – Custo real

ECNT – Estimativa de custo no término

ECPT – Estimativa de custo para terminar

EMBRAER - Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.

EPNT – Estimativa de prazo no término

EVM – *Earned Value Method*

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GVA – Gerenciamento do valor agregado

IDC – Índice de desempenho de custos

IDP – Índice de desempenho de prazos

INCC – Índice Nacional da Construção Civil

ONT – Orçamento no término

TVA – Técnica do Valor Agregado

VA – Valor agregado

VC – Variação de custo

VNT – Variação no término

VP – Valor planejado

VRP – Variação de prazo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	13
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	13
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	13
2.3 PRESSUPOSTO	13
2.4 PREMISA	13
2.5 DELIMITAÇÕES	14
2.6 LIMITAÇÕES	14
2.7 DELINEAMENTO	14
3 GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
3.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO IMOBILIÁRIO	17
3.2 O PLANEJAMENTO DE PROJETOS	18
3.3 GESTÃO DE CUSTOS EM PROJETOS	20
3.4 A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES	21
4 TÉCNICA DO VALOR AGREGADO	23
4.1 SURGIMENTO DA TVA	23
4.2 BASES DA TVA	25
4.3 INDICADORES DA TVA	29
4.4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	33
4.4.1 Exemplo de Acompanhamento Tradicional	33
4.4.2 Exemplo de Acompanhamento com a TVA	34
4.5 PREVISIBILIDADE DE CUSTOS UTILIZANDO A TVA.....	34
4.5.1 Fatores com Influência nos Resultados Ferramenta	35
4.5.2 Estabilidade das Previsões	36
4.6 CUSTO BENEFÍCIO MDA METODOLOGIA TVA.....	39
5 ESTUDO DE CASO	41
5.1 A EMPRESA.....	41
5.2 A OBRA.....	42
5.2.1 Formulação do Cronograma Físico-Financeiro	43
5.2.2 Acompanhamento Físico	45
5.2.3 Coleta Valores Comprometidos	48
5.3 RESULTADOS OBTIDOS.....	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICE A.....	57

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas as condições de competitividade nas diversas indústrias foram alteradas devido à globalização. Novos concorrentes foram inseridos no mercado, os consumidores aumentaram suas exigências e os preços são prioritariamente definidos pelo mercado. Com as mudanças, as empresas precisaram evoluir sua gestão para competir nessa nova era e fica cada vez mais clara a necessidade de utilizar-se modernas estratégias de produção. Essas mudanças observadas não têm sido acompanhadas pela prática de controle de custos.

A contabilidade tradicional não serve, como em décadas anteriores, para a tomada de decisões estratégicas neste novo mercado emergido da globalização, sendo necessárias novas métricas de controle que identifiquem desperdícios e desvios (BORNIA, 2010). Os processos de tomadas de decisões em uma empresa moderna baseiam-se em indicadores de desempenho. Estes, por sua vez, devem estar vinculadas ao sistema de gestão e contemplar as informações acuradas o suficiente e atualizadas para subsidiar o processo decisório.

Os modelos de gestão de custos de outras indústrias não são facilmente adaptados à construção civil. Segundo Kern (2005), existem diversas causas para esta dificuldade, entre elas o longo período de maturação do produto, vulnerabilidade intrínseca às condições climáticas, produto único e possibilidade de alterações substanciais em projetos ou contratos durante o processo construtivo.

Tradicionalmente as construtoras adotam o orçamento da obra como principal item de gestão do custo da obra. O orçamento apresenta quantitativos e composições adotados pela empresa para formar o custo unitário de cada serviço. Dentro do orçamento estão descritas todas as atividades que serão executadas no empreendimento mas, não necessariamente, na ordem na qual serão executadas. Os valores adotados já incluem perdas que ocorrerão nas atividades e estes valores são de difícil estimativa. No modelo atual da maioria das construtoras, a avaliação crítica do desempenho do custo ocorre apenas após a finalização da obra, não tendo utilidade para o empreendimento em questão, sendo útil, apenas, para futuros projetos.

O planejamento da produção na construção civil, segundo Bernardes (2003), pode ser dividido em longo, médio e curto prazo. O planejamento de longo prazo está associado com o planejamento financeiro e estratégico da empresa, sendo menos detalhado que o de médio e curto prazo, os quais são mais operacionais. As curvas de agregação de recursos associam os custos das tarefas planejadas, obtidas no orçamento, com o espaço temporal definido no planejamento de longo prazo para realizá-las. É criada, então, a Curva 'S' como é normalmente conhecida a curva acumulativa dos recursos financeiros agregados ao longo de uma obra. Para muitas empresas, a comparação dos desembolsos reais com os planejados, serve como ferramenta de controle dos custos dos empreendimentos. O problema é que este controle não é efetivo nem proativo.

Monitorar a evolução do empreendimento em construção é avaliar suas implicações em relação ao seu prazo e custo final, sendo estas duas informações a essência da gestão da produção na construção civil. Desta maneira, o acompanhamento do desenrolar dos custos ao longo da obra, pode ser de grande utilidade nas tomadas de decisão, na identificação de perdas não estimadas e possíveis correções, antes que seja tarde demais.

A Técnica do Valor Agregado é uma ferramenta que integra prazo, escopo e custo, o que faz com que ela tenha grande utilidade em projetos de engenharia. Inicialmente proposta nos Estados Unidos e com grande aplicação em diversas áreas da indústria, ela ainda tem pequena permeabilidade na construção civil brasileira.

Este trabalho busca a pesquisa e aplicação de uma ferramenta gerencial que propicie uma gestão mais eficiente do prazo e do custo dos empreendimentos tornando, assim, mais fácil a compreensão da evolução dos projetos e aumentando a sua probabilidade de sucesso.

Este trabalho foi dividido em seis capítulos, sendo que no primeiro é introduzido o tema da pesquisa. No segundo capítulo, são descritas as diretrizes da pesquisa, apresentando o objetivo, delimitações, limitações, premissas, pressupostos e delineamento. No terceiro capítulo, é fundamentada uma revisão dos temas relacionados à gestão na construção civil. No quarto capítulo encontra-se o embasamento teórico da TVA e um exemplo de aplicação. No quinto capítulo, é descrito como se sucedeu o estudo de caso desta pesquisa, detalhando suas etapas e a obtenção das informações. Por último, no capítulo cinco, são discutidos os resultados encontrados.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: para a gestão de custos, quais os resultados do uso da ferramenta de gestão Técnica do Valor Agregado (TVA) quando aplicada em uma obra residencial?

2.2 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do trabalho é a aplicação da ferramenta TVA em um empreendimento residencial e a análise dos resultados encontrados.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a avaliação do andamento físico das atividades executadas, realizado pelo engenheiro responsável pela obra estudada, e que a base de dados da empresa dos custos incorridos têm acuracidade.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que a identificação de desvios de custo tem utilidade para tomada de decisões, ou para realização de medidas corretivas, vinculada às atividades planejadas no empreendimento estudado.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se à aplicação da ferramenta de gestão TVA numa obra residencial localizada em São Leopoldo.

2.6 LIMITAÇÕES

É limitação do trabalho a comparação com os valores iniciais orçados e o planejamento inicial, não estando estes sujeitos a avaliações. Outra limitação é que o acompanhamento não foi realizado durante o período total da obra, mas sim durante doze meses.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na Figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica sobre a ferramenta e estudo de casos mencionados na literatura abordada;
- b) estudo do projeto e seus documentos;
- c) preparação do orçamento e do cronograma da obra para aplicação do indicador;
- d) aplicação do indicador;
- e) análise e discussão dos resultados.

Figura 1 – Relação entre as etapas do projeto de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A pesquisa bibliográfica tem como objetivo a fundamentação teórica deste projeto de pesquisa. No capítulo três foram abordadas algumas características específicas da gestão de projetos dentro da construção civil. Para tanto, primeiro foram discutidas as especificidades do produto imobiliário, elucidando as características que influenciam na gestão dos processos. Em segundo lugar, a pesquisa bibliográfica aborda o planejamento de prazos e custos em projetos da construção civil. Por último, ainda dentro do capítulo três, foi discutida a importância dos indicadores no auxílio à tomada de decisões gerenciais.

No capítulo quatro foi apresentada a Técnica do Valor Agregado (TVA), a evolução desta ferramenta desde seu aparecimento, e foi esclarecido o significado da nomenclatura utilizada. Após esta conceituação inicial, foram desenvolvidos os métodos de aplicação descritos na literatura. A partir daí, foram aprofundados os conceitos envolvidos nos principais indicadores fornecidos pelo método TVA e suas implicações. Para fornecer uma perspectiva prática da Técnica, ela foi ilustrada com um exemplo simplificado de aplicação. Após, foram detalhadas as formas de previsão de custos obtidas através da TVA e discutida a sua estabilidade. Por último, foi discutida a relação de custo-benefício da utilização deste tipo de ferramenta e seu nível de incerteza nas previsões.

Na etapa de preparação do orçamento e do cronograma da obra para aplicação da ferramenta foi realizada uma remodelagem dos documentos fornecidos pela empresa. Esse tratamento da base de dados foi baseado na pesquisa bibliográfica e é essencial, pois para a obtenção dos valores de entrada necessários para a Técnica do Valor Agregado é preciso que o planejamento seja passível de medição física acurada. Os prazos estipulados nos cronogramas da empresa, bem como os valores orçados, não foram alterados.

Na etapa de aplicação do indicador, foi descrita a preparação do orçamento e do planejamento da obra abordada para que a ferramenta seja aplicável. A aplicação deu-se utilizando medições mensais do andamento físico da obra realizadas pelo engenheiro responsável. A partir destes valores, foram geradas informações do andamento da obra, detalhadas pelos itens do orçamento. A comparação deu-se entre os valores inicialmente previstos e aqueles realmente incorridos, os quais foram acessados através do banco de dados da empresa.

As análises de resultados tinham como objetivo verificar como os indicadores da TVA se comportaram durante o tempo em que foram acompanhados. Também foram avaliados se as projeções de custo obtidas com a Técnica do Valor Agregado seriam confiáveis e qual o erro

percentual que elas tiveram em relação ao real valor final das atividades. Os itens com maior representatividade de desvio foram analisados com maior detalhe. Além disso, nesta etapa foram analisadas como se comportaram as previsões fornecidas pela TVA, e como seus resultados variam de acordo com cada serviço.

3 GERENCIAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As peculiaridades da indústria da construção, por muitas vezes, são descritas como as principais justificativas pelo baixo nível de produtividade, alto custo e elevado desperdício do setor. Entretanto, segundo Bernardes (2003), a forma inadequada com que a gestão dos projetos ocorre deve ser alterada para a obtenção de melhores resultados.

Segundo Giacometti et al. (2007), muitos executivos concordam que, para solucionar a maioria dos problemas corporativos, é necessário melhor controle e otimização da alocação de recursos. Para obtenção de melhores desempenhos frente aos problemas, cada vez mais estão se difundindo mecanismos de controle que auxiliem no processo decisório.

Ocorre que, na construção civil, as ferramentas de gestão parecem ser de mais difícil aplicabilidade que em outras indústrias. Porém, assim como já ocorreu em outros segmentos da economia, as construtoras vêm passando por um momento de contenção de gastos e investimento na gestão da produção dado que seus custos vêm aumentando acima do esperado.

Nos próximos itens, são discutidas as características do produto imobiliário, as características da gestão na construção civil e, por último, a importância dos indicadores para a gestão das organizações.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO IMOBILIÁRIO

Os produtos da construção civil são únicos, de longa maturação e suscetíveis às condições climáticas. Variadas necessidades e prioridades dos clientes, terrenos e projetos executivos que não são idênticos (por mais similares que as soluções possam parecer) (KOSKELA, 2000). A não repetitividade dificulta o aperfeiçoamento dos processos e a formação de padrões técnicos. Também por causa da unicidade do produto, os projetos executivos não passam por revisões e aperfeiçoamentos visto que, uma vez terminada a obra, as soluções propostas não são as mesmas para outros empreendimentos.

Na construção, o ambiente produtivo não está protegido, diferentemente da indústria, estando exposto às mais variadas condições climáticas durante quase todo tempo de produção. Outra diferença importante, em relação às outras indústrias, é o fato da produção ser quase que exclusivamente manual, gerando uma grande variabilidade no produto final. Por estes motivos, pode-se dizer que existem fatores incontroláveis e aleatórios que influenciam o andar da produção como um todo, ou, ao menos, de algumas de suas etapas (KERN, 2005).

Os empreendimentos imobiliários também são um dos processos produtivos mais longos de toda indústria mundial (KERN, 2005). Caracteriza-se o mercado imobiliário por grandes investimentos iniciais de capital sendo, algumas vezes, necessária a facilitação por bancos públicos ou privados. A soma de grandes quantias de capital investido com o longo período de maturação multiplica o risco que eventuais mudanças na conjuntura econômica poderiam trazer. Outro multiplicador do risco é o fato de seus custos serem estimados antes do início das obras e os mesmos estarem sujeitos a mudanças significativas durante a execução.

Uma vez iniciada a execução de um empreendimento, ou mesmo após o seu lançamento comercial, os projetos não podem sofrer grandes alterações caso sua venda não ocorra com sucesso. Isso ocorre pelo grande número de etapas envolvidas na aprovação legal de um empreendimento, tornando inviável a espera que algumas alterações poderiam gerar. As receitas dos projetos são função da velocidade das vendas, fator sobre o qual a empresa não tem domínio.

O processo de produção dos projetos imobiliários envolve diferentes intervenientes (por exemplo, clientes, incorporadoras, construtoras, projetistas, empreiteiras e fornecedores) que, em conjunto, fazem com que a produção se viabilize. A execução de obras não segue uma sequência rígida de produção, podendo existir diversas atividades inter-relacionadas ocorrendo simultaneamente, aumentando ainda mais a dificuldade da gestão de suas etapas.

3.2 O PLANEJAMENTO DE PROJETOS

Flutuações na economia e a crescente conscientização dos consumidores para problemas de má qualidade dos produtos aumentaram a atenção dos empresários da construção para o planejamento e controle da produção (LIMMER, 1997). Formoso (1991) define o planejamento como um processo que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo necessário um controle para ser efetivo.

Porém, o planejamento na construção civil tem se resumido à produção de um cronograma de obra na maioria dos casos (BERNARDES, 2003). O ciclo de planejamento e controle não é desenvolvido e, com isso, as empresas deixam de fazer uso completo das ferramentas atuais de gestão.

Segundo Bernardes (2003), o planejamento oferece padrões para monitorar, revisar e controlar a execução de um empreendimento. O planejamento possibilita gerir os processos produtivos a partir de metas, enquanto o cumprimento dessas metas e a avaliação de sua conformidade com o planejado é garantido pelo controle. O controle também fornece métricas históricas para preparação de planos futuros.

O controle da produção, segundo Limmer (1997), pressupõe mudanças estruturais e de comportamento, tanto em processos gerenciais quanto de produção. Essas mudanças buscam alcançar soluções para modernizar e melhorar a qualidade dos processos e dos produtos, reduzindo seus custos.

As definições de Bernardes (2003) e Formoso (1991) para planejamento têm em comum a necessidade do controle e do acompanhamento dos resultados. A partir destas ideias pode-se entender que os indicadores são ferramentas de controle para alcançar o planejado, e que a sua utilização facilita a análise da eficácia do planejamento.

A crescente velocidade das mudanças que o mercado consumidor vem passando, devido à globalização, demanda maior cuidado no tratamento dos objetivos de tempo, custo e desempenho dos empreendimentos (BALARINE, 2001). A utilização de uma ferramenta gerencial que dê uma visão agregada desses objetivos ainda é pouco realizada no Brasil, sendo já mundialmente conhecida como *Earned Value Method* (EVM). Neste trabalho, ela será sempre citada pela sua tradução, segundo *Project Management Institute* (2008): Técnica do Valor Agregado (TVA).

3.3 GESTÃO DE CUSTOS EM PROJETOS

Tradicionalmente, os indicadores de custo na construção comparam os valores planejados no orçamento com os valores realizados. Obtêm-se, então, os percentuais de desvio de custo em relação ao orçamento inicial. As causas dos desvios podem ser então analisadas e discutidas. O problema é que, nessa análise mais superficial, os aumentos de custos podem ser mascarados pelo atraso no avanço físico da obra. Isso ocorre quando o avanço é medido apenas financeiramente, sem o cruzamento dos dados com o real avanço em que a produção se encontra.

Dado os longos períodos de construção é bastante aceitável que, de fato, ocorram desvios dos valores previstos. Os resultados das análises deveriam então ser usados para futuras previsões, de modo a retroalimentar o sistema de informação para buscar uma precisão maior no próximo empreendimento. Esta rotina de controle pode ser de grande valia para projetos repetitivos. A revisão se dá ao final dos processos, momento no qual não mais como evitar os desvios do atual empreendimento, somente para os próximos.

Quando se trata de obras não repetitivas, com condições ambientais e projetos diferentes, os indicadores de custos das obras passadas têm um valor menor. Mais importante ainda, é constatar que o controle descrito no parágrafo acima é relativo ao passado. De uma maneira geral, a análise dos números serve para encontrar responsáveis pelos desvios ocorridos, mas não pode, de maneira alguma, evitá-los, pois os mesmo já ocorreram. Como responsáveis pode-se considerar uma série de possibilidades, entre elas:

- a) erro nas estimativas iniciais;
- b) desperdícios;
- c) contratos mal negociados;
- d) altas nos preços dos insumos;
- e) baixa produtividade;
- f) alterações de escopo.

O presente trabalho apresenta, no capítulo quatro, a descrição de uma ferramenta de gestão de projeto que seja aplicável em obras. Uma metodologia que diagnostique desvios em tempo hábil para intervenções corretivas, que ressalte diferenças entre o planejado e o realizado em

termos de prazo, de custo e de escopo. Para tanto, é detalhada no capítulo quatro a Técnica do Valor Agregado (TVA), explicando seu histórico, seus conceitos e sua aplicação.

3.4 A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES

Segundo Bernardes (2003), a medição de desempenho passa por decidir o que deve ser medido, coletar dados e, por último, o acompanhamento e análise dos dados. A avaliação de desempenho, segundo o mesmo autor, passa por estabelecer padrões de desempenho, especificações, requisitos e valores que são utilizados para determinar o grau de desempenho do sistema avaliado. A medição de desempenho tem como objetivo controlar as variações em relação aos padrões determinados, identificando desvios e corrigindo suas causas.

Os indicadores de desempenho devem ser uma forma objetiva de medir a situação real contra um padrão já estabelecido (ROLT, 1998). Estes critérios são meios de julgar o nível de eficiência ou qualidade dos processos de uma empresa. Os indicadores analisam tanto medidas financeiras como não financeiras e procuram fornecer informações para realização de previsões e de tendências. São palavras de Vargas (2011, p. 1) sobre a importância das previsões:

A necessidade de estabelecimento de previsões confiáveis faz com que diversos estudos de medição de desempenho e resultados de projetos sejam realizados. Esses fatores podem diferenciar projetos bem-sucedidos de malsucedidos e, conseqüentemente, destacar organizações com resultados diferenciados de organizações que tem dificuldades até mesmo de sobreviver às injunções do mercado competidor.

É importante ressaltar que os indicadores devem ser valores comparáveis, de modo a permitir uma avaliação do atual nível em que o processo se encontra e para que possa ser desenvolvida uma meta de evolução compatível com a realidade do mercado. Por exemplo, poder-se-ia ter um indicador de custo por apartamento (R\$/apartamento) ou, outra opção, seria de custo por m² (R\$/m²) de um apartamento. Na segunda opção, podem-se fazer diversos cruzamentos de dados entre empresas e comparações entre diferentes tamanhos de apartamentos, tornando possível a análise crítica dos resultados. Já a primeira opção é apenas comparável entre unidades iguais. Citando as palavras de Costa (2008, p. 47) sobre a medição de desempenho e seu *benchmarking*:

A medição de desempenho no processo de *benchmarking* não tem apenas o papel de mostrar o efeito numérico das boas práticas identificadas, mas tem, principalmente,

o papel de fornecer informações quantitativas sobre o desempenho dos processos que podem apoiar tanto na tomada de decisão quanto na busca para a melhoria de desempenho.

O estudo dos resultados dos indicadores de produção pode tornar visíveis atributos da produção que, normalmente, não estariam explícitos, dificultando uma tomada de decisão compatível para a correção de desvios do planejamento. O acompanhamento periódico dos indicadores possibilita que funcionários responsáveis pela tomada de decisão sejam inseridos dentro do processo de aprendizagem, possibilitando a melhoria contínua dos processos produtivos e uma maior adesão por parte dos operários da empresa visto que seu trabalho está sendo avaliado.

Segundo Bornia (2010), os processos modernos de gestão baseiam suas decisões em indicadores de desempenho. Dessa forma, eles devem fornecer informações necessárias para justificar alterações em cada processo a fim de aperfeiçoar a eficiência e melhorar os resultados globais das organizações.

Neste capítulo foi ilustrada a pesquisa bibliográfica genérica em relação ao gerenciamento na construção civil. Foram descritas dificuldades encontradas no setor, as características do produto imobiliário, o planejamento de projetos, a gestão de custos e a importância dos indicadores na gestão. No capítulo quatro será abordada a Técnica do Valor Agregado em detalhe, descrevendo seus métodos de cálculo, seus indicadores e suas características.

4 TÉCNICA DO VALOR AGREGADO

A Técnica do Valor Agregado (TVA) é um dos principais métodos da gestão de projetos ao redor do mundo. De acordo com Vargas (2011), a TVA apresenta um conjunto de recursos úteis, abrangentes e variados, tais como projeção de pagamentos e planejamento de resultados. Os dois principais indicadores desta ferramenta se referem a prazo e custo, conectando-a com a essência da gestão de projetos.

Conceitualmente, a TVA é definida, pelo *Project Management Institute* (2008), como uma metodologia de gerenciamento usada para integrar o escopo, o cronograma e os recursos e para medir objetivamente o desempenho e o progresso do projeto. O desempenho é medido pela comparação entre o valor agregado e o custo real. O progresso é medido pela comparação entre os valores agregado e o planejado.

Nos próximos itens, é descrita a história deste método desde seu surgimento na década de 1960. Posteriormente, são explicados os três pilares da ferramenta: Valor Agregado (VA), Valor Planejado (VP) e Custo Real (CR). Após esta conceituação, são abordados os indicadores da TVA e explicado seu método de cálculo. Após se discute o custo-benefício relacionado com a utilização da TVA e por último é detalhado os métodos de previsão de custos e seu comportamento ao longo de projetos.

4.1 O SURGIMENTO DA TVA

O método foi introduzido pela primeira vez no final do ano de 1967, pelo Departamento de Defesa Americano (*Department of Defense - DOD*), e inicialmente foi denominado de Sistema de Controle de Critérios de Custo e Cronograma. O DOD estabeleceu que as empresas que desejassem fazer negócios com o Departamento deveriam utilizar esta ferramenta de gestão em seus projetos, seguindo 35 critérios criados para utilização da TVA. Essa iniciativa de obrigar empresas privadas a adotar essa ferramenta veio porque em muitos contratos o DOD era responsável por eventuais desvios de custo dos projetos (os gastos das empresas eram reembolsados pelo Governo), e estes estavam tendo seus orçamentos multiplicados.

No decorrer dos anos, outros governos, como os da Austrália, Canadá, Suécia, Japão, e outras agências governamentais americanas, entre elas a NASA, adotaram critérios semelhantes para aquisições de bens e serviços do setor privado. Em 1996, o ministério do planejamento americano editou uma norma tornando obrigatório o uso da Técnica do Valor agregado em todos os contratos do governo.

No ano de 1995, com objetivo de simplificar e dar maior aplicabilidade da Técnica ao mundo dos negócios, foram revisados pelo governo americano os 35 critérios estabelecidos pelo DOD para a aplicação da TVA. Nesta revisão, foram retirados três critérios e os demais (32) ficaram muito mais reduzidos e aplicáveis. O método passou então a ser chamada de TVA, nome o qual permanece até hoje.

A TVA ainda é pouco utilizada no Brasil, com exceção de algumas subsidiárias brasileiras de empresas americanas ou de empresas nacionais que têm contratos com algum órgão governamental americano. Pode-se citar como exemplo a Embraer. Não está claro na literatura abordada quais os motivos da baixa utilização desta ferramenta. Percebe-se a pequena quantidade de literatura nacional sobre o assunto, volume que é ainda menor quando se procuram artigos relacionados especificamente com a relação da ferramenta com a construção civil. Curioso, porém, que a maioria das informações usadas na TVA já está disponível nos projetos de construção, sendo que apenas os cálculos de previsões não são utilizados (FLEMMING; KOPELLMAN, 2002).

Em pesquisa recente, “O Estudo de *Benchmarking* em Gerenciamento no Brasil 2010”, do *Project Management Institute*, apenas 19% das empresas do setor de engenharia declaravam utilizar plenamente a TVA. Por outro lado, 54% das empresas pesquisadas dizem que não utilizam a TVA mas gostariam de utilizá-la.

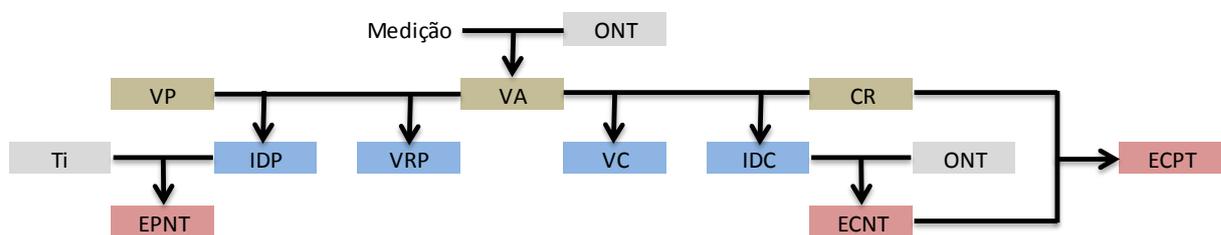
4.2 BASES DA TVA

A Técnica do Valor Agregado permite avaliar, em qualquer momento, o desempenho de prazos, custos e escopo do projeto. Esta avaliação vem da comparação entre os prazos planejados para o cumprimento de tarefas (cronograma) e seus custos previstos (orçamento) com as tarefas efetivamente realizadas (Valor Agregado) e os custos incorridos (Custos Reais) (GIACOMETTI et al., 2007).

Para a compreensão total da TVA, é importante esclarecer e homogeneizar as muitas siglas utilizadas pela ferramenta. Nos próximos parágrafos são apresentadas as siglas do TVA, fazendo-se uma explicação da sua obtenção e, quando possível, uma visualização gráfica de seu significado. A Figura 2 dá uma ideia geral das siglas envolvidas no método e de como elas se relacionam e detalha o fluxo de informações referentes à gestão de custos, o que facilita a compreensão da TVA.

Figura 2 – Inter-relação entre as siglas da TVA

TIPO	SIGLA	DESCRIÇÃO	SIGNIFICADO	OBTENÇÃO	UNIDADE
Dados do Projeto	ONT	Orçamento no Término	Orçamento inicial	-	Monetária
	Ti	Prazo Inicial	Prazo planejado	-	Tempo
Dados Entrada	CR	Custo Real	Custo reais incorridos	Retirado banco de dados	Monetária
	VA	Valor Agregado	Valor orçado para atual completção	Medição Física x Orçamento	Monetária
	VP	Valor Planejado	Curva físico-financeira	Físico Planejado x Orçamento	Monetária
Indicadores	VC	Varição de Custo	Diferença entre custo orçado e o real	$VC = VA - CR$	Monetária
	IDC	Índice Desempenho de Custos	Indicador da eficiência de custo	$IDC = VA / CR$	Adimensional
	VRP	Varição de Prazo	Diferença entre planejado agregado	$VRP = VP - VA$	Monetária
	IDP	Índice Desempenho de Prazos	Indicador da eficiência de prazo	$IDP = VA / VP$	Adimensional
Previsões	ECNT	Estimativa Custo no Término	Previsão custo total	$ECNT = ONT / IDC$	Monetária
	ECPT	Estimativa Custo para Terminar	Previsão do custo para terminar	$ECPT = ECNT - CR$	Monetária
	EPNT	Estimativa Prazo no Término	Previsão prazo total	$EPNT = Ti / IDP$	Tempo



(fonte: elaborado pelo autor)

A sigla CR significa Custo Real, e corresponde ao custo total incorrido na realização das tarefas executadas durante um determinado período de tempo. Os valores contabilizados para CR devem ser apenas os que dizem respeito às tarefas medidas, das quais devem ser descontados os estoques significativos. Na construção civil pode significar um esforço adicional importante a contabilização dos eventuais estoques significativos, mas esses valores aumentam a precisão da ferramenta. Com o avanço da informatização este índice pode ser obtido sem maiores dificuldades desde que tenham sido corretamente associados os custos às tarefas que geraram as despesas. Do contrário, ocorrerão erros adicionais nas estimativas. Dados os longos períodos de análise, a indexação dos valores desembolsados traz uma maior precisão financeira.

O Valor Agregado (VA) é a quantia orçada multiplicada pela evolução percentual das medidas físicas observadas na obra. Assim como na determinação do Custo Real, os valores orçados também podem ser indexados. As medições físicas geram maior dificuldade, dependendo de como o cronograma foi dividido. A medição do valor agregado tem ligação direta com o modo com o qual o projeto foi planejado, sendo que sem um planejamento adequado, onde as tarefas podem ser facilmente medidas pelo responsável, a medição de desempenho tem pouca aplicabilidade.

É sugerido que projetos com várias etapas sejam divididos para facilitar a compreensão dos gestores. As divisões, para efeitos de medição, devem ser em unidades de mais fácil mensuração e que reflitam a situação atual do cronograma a cada momento. Nada impede que etapas sejam quantificadas (em orçamento) em determinadas unidades de medida e depois sejam convertidas em outras unidades equivalentes para fins de medição. Por exemplo, pode-se orçar os insumos de um revestimento de fachada de um edifício em m^3 e medir a evolução em metragem quadrada. Fleming e Kopelmann (2010) dividem a medição do valor agregado em sete diferentes métodos:

- a) marcos com valores ponderados;
- b) fórmula fixa por atividade;
- c) percentual completo;
- d) percentual completo com marcos de controle;
- e) unidades equivalentes;
- f) atividade com características compartilhadas;
- g) nível de esforço.

Na maioria dos projetos, as diferentes atividades podem se adaptar melhor a diferentes métodos de medição. Vargas (2011) conclui que os métodos mais difundidos e utilizados na maioria dos casos são o percentual completo (c) e as unidades equivalentes (e). Estes dois métodos também são os com maior aplicabilidade na construção civil. Nos próximos parágrafos, são explicados esses métodos.

O método ‘percentual completo’ atribui a cada atividade um determinado percentual completo (entre 0 e 100%). Esse percentual é multiplicado pelo custo previsto da atividade para determinar a parcela já executada do orçamento. Esse é o mecanismo padrão de entrada na maioria dos *softwares* de gerenciamento de projetos (VARGAS, 2011). Outra vantagem do

método é o tempo despendido com cada medição que, neste caso, pode significar a adesão ou não à Técnica por parte dos responsáveis. A maior dificuldade do método é sua subjetividade, sendo influenciado pela percepção do avaliador. Algumas métricas têm sido desenvolvidas dentro das empresas para diminuir eventuais diferenças entre avaliações de diferentes avaliadores.

O método das unidades equivalentes calcula o valor agregado com base em uma unidade de medida utilizada no orçamento ou na execução das atividades. Pode-se citar, como exemplo, o caso de um projeto de pavimentação, no qual a medição do executado se dá em m^2 . Pode ser necessário converter este valor em percentual pois, como citado anteriormente, a maioria dos *softwares* de gestão de projetos utilizam o percentual como método de entrada para as medições efetuadas.

O Valor Planejado (VP) é o custo das atividades inicialmente programadas para estarem concluídas na data da medição. Pode-se afirmar que o VP é a linha de base da TVA. Ele é normalmente representado na construção civil pela curva S, que representa o desembolso acumulado programado até a conclusão da obra, levando em consideração um orçamento e um ritmo pré-determinado. O valor orçado total é denominado de Orçamento no Término (ONT).

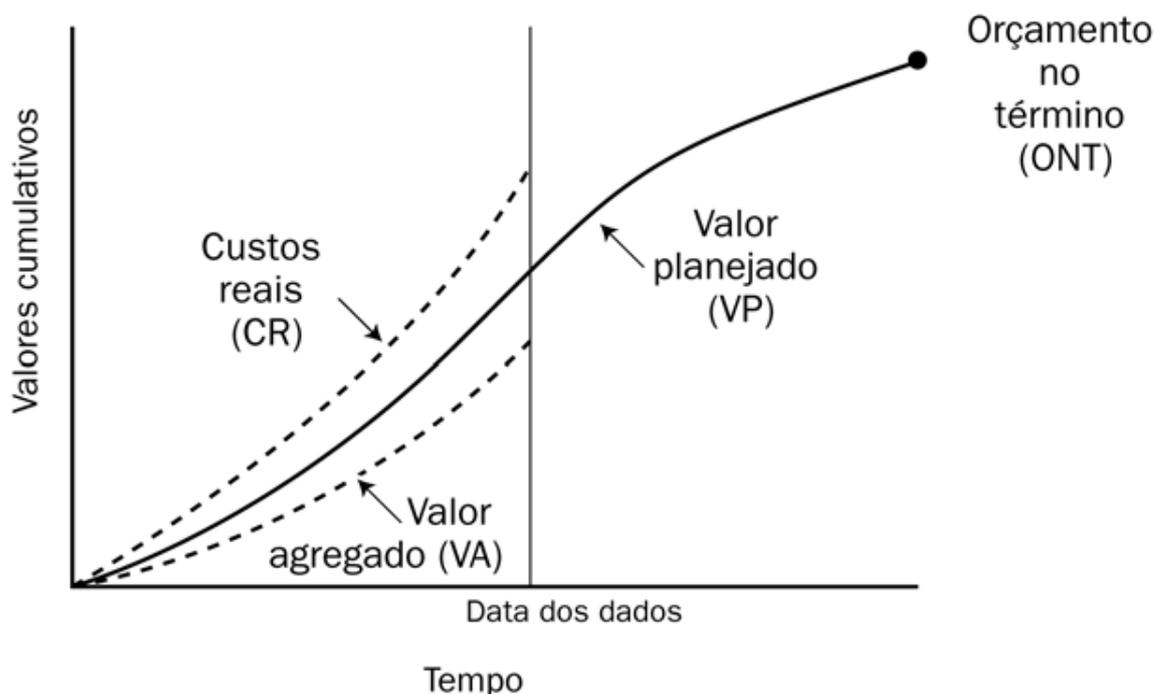
Se o trabalho concluído estiver sido significativamente superestimado, ou se os processos estabelecidos no projeto gerarem um trabalho extra significativo (alterações de escopo), os cálculos do VP são inúteis ou pouco proveitosos (GIACOMELLI et al., 2007). Em projetos sem escopo bem definidos como, por exemplo, em reformas residenciais, a metodologia não é uma boa ferramenta de gestão porque, nestes casos, o VP está constantemente sofrendo alterações.

Os valores CR, VP e VA são usados em conjunto para obter-se medidas de desempenho que indicam se o trabalho está sendo realizado conforme o custo planejado e no momento determinado. Na Figura 3 pode-se observar essas três medidas no mesmo gráfico em forma de uma curva.

As curvas CR e VA da Figura 3 são desenhadas ligando os pontos de cada uma das medições realizadas. A curva VP não deve mudar desde o início do projeto, a não ser que por uma decisão gerencial o projeto tenha seu escopo significativamente alterado (BUYSE et al.,

2009). Da interação entre as curvas são obtidos os indicadores de desempenho e as projeções de custo e prazo final. No próximo item são abordados esses indicadores da TVA.

Figura 3 – As curvas da base da TVA



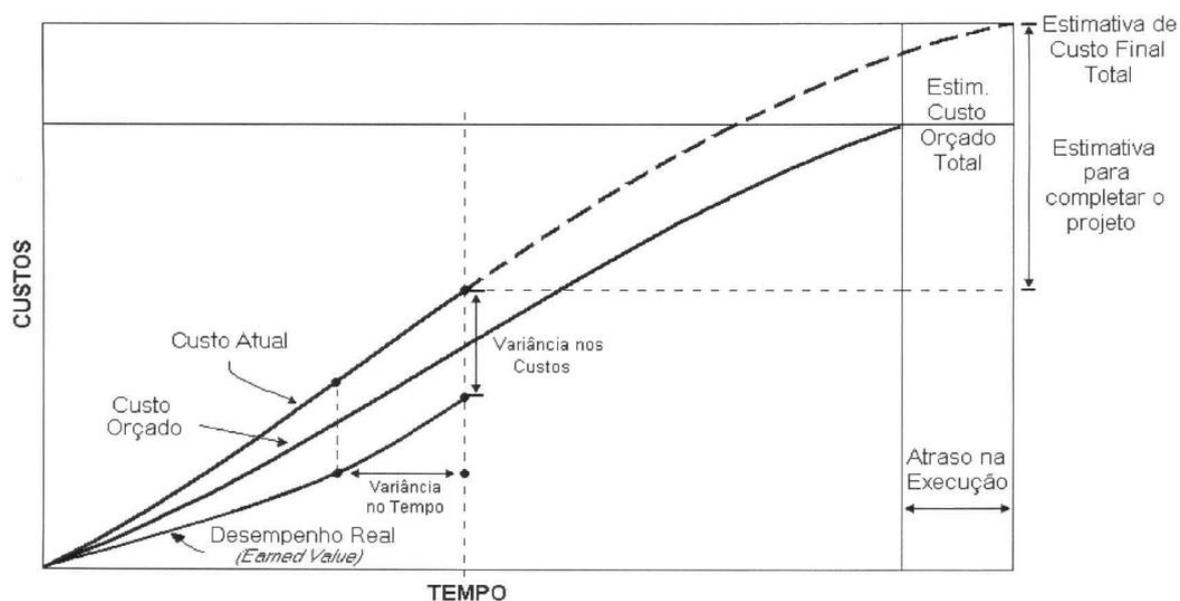
(fonte: SOUZA, 2012, p. 33)

4.3 INDICADORES DA TVA

A análise dos dados obtidos com o Valor Agregado funciona como um alarme para o gerente de projetos, pois permite avaliar se está consumindo mais recursos para executar determinada tarefa ou se está gastando mais naquele momento porque o projeto foi acelerado (VARGAS, 2011). Segundo Fleming e Kopelmann (2010), um projeto bem sucedido é aquele que é realizado exatamente conforme o planejado. Na Figura 4 observam-se os indicadores obtidos, no gráfico, entre as curvas de base da TVA.

Os valores, apresentados no item anterior, são usados, em conjunto, para fornecer diversas informações sobre o andamento de um projeto. No Quadro 2 encontram-se, na coluna da esquerda, algumas perguntas típicas da gestão de projetos e, na coluna da direita, quais os indicadores da metodologia TVA que podem ajudar a respondê-las. O detalhamento teórico de cada uma das siglas apresentadas, bem como seu método de cálculo, está nos próximos parágrafos.

Figura 4 – Indicadores da TVA no gráfico



(fonte: BALARINE, 2001, p. 8)

Quadro 2 – Perguntas frequentes na gestão e as respostas providas pela TVA

Perguntas Frequentes na Gestão de Projetos	Indicadores da TVA utilizados para responder
Como estamos em relação ao orçamento inicial?	Varição de Custo (VC)
Com qual eficiência estamos usando nossos recursos?	Índice de Desempenho de Custo (IDC)
Quanto é mais provável que o todo o projeto custe?	Estimativa de Custo no Término (ECNT)
Quanto ainda será gasto até o final do projeto?	Estimativa de Custo para Terminar (ECPT)
O projeto está atrasado?	Varição de Prazo (VRP)
Com qual eficiência estamos usando nosso prazo?	Índice de Desempenho de Prazo (IDP)
Quando é mais provável que o projeto termine?	Estimativa de Prazo no Término (EPNT)

(fonte: adaptado de PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008)

A Variação de Custo (VC) é igual à diferença entre o Valor Agregado (VA) e o Custo Real (CR). Este índice somente é igual a zero quando os custos incorridos estão iguais aos valores orçados multiplicados pelo avanço físico medido. Ao final do empreendimento, VC é igual à diferença entre o valor total do projeto e o custo orçado.

$$VC = VA - CR \quad (\text{fórmula 1})$$

O Índice de Desempenho de Custo (IDC) é calculado pela divisão do Valor Agregado (VA) pelo Custo Real (CR). Um valor menor que 1 indica que houve um acréscimo nos custos estimados. O IDC é o indicador de eficiência de custo mais comumente usado pelas empresas (SOUZA, 2012). Aumento de custos é mais sério que atraso (na aplicação desta ferramenta) somente porque o prazo pode ser buscado e o custo passado não. O IDC compara os custos orçados dos serviços já executados com os custos realmente incorridos na execução das tarefas.

$$IDC = VA / CR \quad (\text{fórmula 2})$$

A Estimativa de Custo no Término (ECNT) busca recalculer o valor orçado para o projeto, levando em consideração os atuais desvios que os custos estão tendo. A comparação entre o valor agregado e o custo real, apresentado como IDC, gera um padrão da eficiência dos gastos. O indicador ECNT busca mostrar que, se mantidos os desvios observados, qual é o gasto total das tarefas planejadas. É um indicador importante para identificar desvios (SOARES, 2012), pois a partir de 10 a 15% das tarefas executadas já é possível uma aproximação bem realista do fechamento do custo. No item 4.5 é analisado, em detalhe, as implicações deste cálculo e sua estabilidade com o desenvolvimento do projeto.

$$ECNT = ONT / IDC \quad (\text{fórmula 3})$$

A Estimativa de Custo para Terminar (ECPT) é a diferença entre ECNT e os custos já incorridos (CR) e esta é uma ferramenta importante para alterações no fluxo de caixa previsto.

$$ECPT = ECNT - CR \quad (\text{fórmula 4})$$

Da mesma maneira que se pode medir a variação do custo, é possível medir a Variação de Prazo (VRP). Os valores de VRP são obtidos em unidades monetárias pela diferença entre o Valor Planejado (VP) e o Valor Agregado (VA). Também é possível uma aproximação temporal do atraso utilizando ferramentas gráficas. Porém, faz-se necessário analisar se os atrasos ocorreram em atividades que compõem o caminho crítico da obra e, assim, se de fato atrasaram a conclusão da mesma. O valor de VRP tende a zero com a aproximação do final do empreendimento.

$$\text{VRP} = \text{VP} - \text{VA} \quad (\text{fórmula 5})$$

O Índice de Desempenho de Prazos (IDP) pode ser utilizado para determinar o ritmo atual em relação à programação inicial. A TVA não diferencia se o atraso ocorre no ‘caminho crítico’ do empreendimento, criando assim um ceticismo na sua aplicação em projetos com muitas tarefas paralelas, como é o caso da construção civil (VANHOUCKE; VANDEVOORDE, 2009). A obtenção de IDP se dá pela divisão entre o valor agregado e o valor planejado:

$$\text{IDP} = \text{VA} / \text{VP} \quad (\text{fórmula 6})$$

O indicador Estimativa de Prazo no Término (EPNT), descrito no quadro 2, é uma projeção que, utilizando do andamento atual (VA) e comparando-o com o estágio inicialmente planejado (VP), faz uma estimativa de quando é provável que o projeto termine, dado que o ritmo se mantenha o mesmo. Sua fórmula utiliza o tempo total inicialmente previsto para o projeto (Ti) e a multiplica pelo ritmo atual.

$$\text{EPNT} = (\text{Ti}) \times (\text{VP} / \text{VA}) \quad (\text{fórmula 7})$$

Os indicadores apresentados anteriormente são todos de grande utilidade para tomadas de decisões. É possível simplificar o entendimento do desempenho do projeto através de uma matriz entre os Índices de Desempenho de Prazo (IDP) e de Custo (IDC) apresentados no

Quadro 3. Nele, podem ser colocados diversos projetos, possibilitando a gestão visual de destes simultaneamente. Isso é possível porque todos os índices são adimensionais.

Quadro 3 – Matriz entre IDP e IDC

MEDIDAS DE PERFORMANCE		IDP		
		>1,0	=1,0	<1,0
IDC	>1,0	Adiantado e abaixo do orçamento	No cronograma e abaixo do orçamento	Atrasado e abaixo do orçamento
	=1,0	Adiantado e exatamente no orçamento	Exatamente no cronograma e no orçamento	Atrasado e exatamente no orçamento
	<1,0	Adiantado e acima do orçamento	No cronograma e acima do orçamento	Atrasado e acima do orçamento

(fonte: adaptado de PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008)

4.4 EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para exemplificar a diferença entre os resultados da TVA em relação a um acompanhamento apenas financeiro de empreendimentos, nos próximos dois itens será aplicado cada um dos métodos no acompanhamento da construção de uma edificação, baseando-se no trabalho de Balarine (2001). No primeiro, é utilizado o tradicional acompanhamento de ‘recursos *versus* tempo’ e, no segundo, a metodologia TVA.

4.4.1 Exemplo de acompanhamento tradicional

Para ilustrar os resultados obtidos da análise tradicional, toma-se como exemplo um projeto com as seguintes características:

- a) orçamento total de R\$ 100.000,00;
- b) prazo de execução de 20 semanas.

Passadas algumas semanas de trabalho, o projeto, como originalmente orçado, deveria ter consumido R\$ 41.000,00, mas na verdade consumiu R\$ 42.500,00 e que o projeto estava atrasado. De acordo com conceito tradicional, teria sido ultrapassado o orçamento em R\$ 1.500,00. Nenhuma outra indicação seria obtida, destacando-se as seguintes restrições (BALARINE, 2001):

- a) trata-se de uma técnica puramente histórica;
- b) não utiliza todo o potencial dos dados;

- c) não indica tendências;
- d) não integra os resultados de prazo e custo.

Para solucionar as restrições citadas, é sugerida a utilização da Técnica do Valor Agregado (TVA). No item seguinte é abordado o mesmo exemplo, destacando-se os resultados diferenciados proporcionados pela utilização da TVA.

4.4.2 Exemplo de acompanhamento com a TVA

Conforme já citado neste trabalho, a metodologia TVA considera custos e prazos de forma integrada. Segundo Fleming e Kopelmann (2010), o Valor Agregado é resultado do que foi fisicamente executado, multiplicado pelo custo planejado. Usa-se os mesmo dados anteriores para fins de exemplo:

- a) orçamento total (ONT) R\$ 100.000,00;
- b) prazo de execução de 20 semanas;
- c) Valor Planejado (VP) para a data da medição de R\$ 41.000,00;
- d) Valor Agregado (VA) para a data da medição de R\$ 37.500,00;
- e) Custo Real (CR), na data da medição, de R\$ 42.500,00.

A partir destes dados, podem ser gerados os indicadores e as previsões da TVA, utilizando-se das fórmulas descritas neste trabalho:

- a) Variação de Custo (VC): $37.500,00 - 42.500,00 = - R\$ 5.000,00$;
- b) Índice de Desempenho de Custo (IDC): $37.500,00 / 42.500,00 = 0,88$;
- c) Estimativa de Custo no Término (ECNT): $100.000,00 / 0,88 = R\$ 113.636,36$;
- d) Estimativa de Custo para Terminar (ECPT): $113.636,36 - 42.500,00 = R\$ 71.136,36$;
- e) Variação de Prazo (VRP): $41.000,00 - 37.500,00 = R\$ 3.500,00$;
- f) Índice de Desempenho de Prazo (IDP): $37.500,00 / 41.000,00 = 91,5\%$;
- g) Estimativa de Prazo no Término (EPNT): $20 / 0,915 = 21,9$ semanas.

Pode-se verificar diferenças nos resultados obtidos pelos dois métodos no Quadro 4. Fica clara a maior riqueza dos resultados de uma ferramenta que interligue os prazos e os custos. Outra grande diferença é que a previsão dos resultados finais exalta, logo no início das atividades, as distorções entre o real e o planejado que estão ocorrendo.

Quadro 4 – Diferenças nos resultados obtidos com e sem a TVA

	Acompanhamento Tradicional	Acompanhamento com a TVA
Quanto aos custos do projeto	Sobrecusto de R\$ 1.500,00	Sobrecusto de R\$ 5.000,00; estimativa de sobrecusto total de R\$ 13.636,36 ao final do projeto
Quanto aos prazos do projeto	Atrasado	Atrasado e com previsão de atraso total

(fonte: elaborado pelo autor)

A TVA é simples e eficiente no monitoramento de projetos (BALARINE, 2001), sendo surpreendente que ela não venha sendo adotada em grande escala nas empresas e governos brasileiros. Ela teria grande espaço em obras de infraestrutura, nas quais a TVA têm grande potencial de previsões acuradas pelas características de longos períodos e da realização de atividades repetitivas e seriadas. Tais elementos são abordados nos próximos itens.

4.5 PREVISIBILIDADE DE CUSTOS E PRAZOS UTILIZANDO A TVA

Os parâmetros utilizados na TVA estão presentes na maioria dos projetos de engenharia, porém muitas vezes apoiando-se em nomenclaturas diferentes. O maior diferencial desta técnica é a conexão entre os parâmetros já existentes e o potencial de previsibilidade que ela fornece.

A TVA possibilita previsões de custo e prazo, só que em termos monetários, dificultando a compreensão dos gestores no caso dos prazos. Outro ponto importante é nos projetos de construção é que existem melhores métodos de previsão de atrasos no cronograma, desqualificando a análise do IDP (fórmula 6). Ocorre também que o índice IDP para projetos que já ultrapassaram o seu prazo de entrega é distorcido, dificultando a análise dos resultados (LIPKE, 2005). Isso acontece, pois o VP já atingiu seu valor máximo e o VA vai aumentando à medida que o projeto avança (mesmo que já atrasado). Ou seja, o indicador vai melhorando mesmo o projeto estando atrasado, até que o VA seja igual ao VP e, assim, o IDP seja '1'.

Devido a esses problemas descritos, foram desenvolvidos métodos adicionais de análise descritos no trabalho de Lipke (2012), os quais representam melhor a realidade dos prazos. Tais métodos utilizam um coeficiente para ajustar os resultados encontrados de acordo com a estrutura do projeto, ou seja, se suas atividades são seriadas ou paralelas. Além disso, os

métodos propostos utilizam *softwares* específicos desenvolvidos para obtenção dos resultados.

Por ser essencialmente monetária, a TVA tem grande valor em previsões de custo (BUYSE et al., 2009), aproximando com boa taxa de acerto suas previsões a partir de 20% da evolução do empreendimento. Neste trabalho são analisadas apenas as implicações das previsões de custo no empreendimento estudado, dado que foram feitas diversas alterações no cronograma da obra por motivos operacionais, e tais reprogramações não foram formalizadas no planejamento da obra. Somado a isso, a obra estava atrasada em relação ao cronograma desenvolvido. Esses dois fatores descaracterizaram a relação IDP, de modo que seus resultados não foram analisados neste trabalho.

4.5.1 Fatores Considerados para a Aplicação da Ferramenta

Projetos, por definição, são diferentes entre si, gerando uma enorme possibilidade de diferentes combinações de características. Assim como em outras ferramentas, a TVA deve ser aplicada de diferentes formas para gerar os melhores resultados. Existem quatro características que influenciam fortemente a sua aplicação:

- a) tipo do contrato;
- b) duração do projeto;
- c) orçamento do projeto;
- d) sequência das tarefas.

Em geral existem dois tipos de contrato: por preço fechado e por reembolso dos custos. Sempre se aceitou que a TVA tivesse aplicação apenas nos contratos por reembolso dos custos, pois no outro caso os custos adicionais não são de responsabilidade do contratante. Infere-se, então, que a aplicação da TVA possa ser dispendiosa se comparada com os resultados deriváveis no caso de contratos a preço fechado (BUYSE et al., 2009).

A segunda característica que influencia nos resultados da TVA é a duração do projeto. Inicialmente pensava-se que TVA só era útil para previsões em projetos muito longos, dado que a estabilidade (através do IDC) só seria alcançada no ponto de execução de vinte por cento do total. No entanto, durante os últimos anos, estudos mostraram que a TVA também poderia ser uma boa técnica para projetos de curta e média duração. Entretanto, fica claro que,

em projetos mais curtos, para obter-se os mesmos resultados que em projetos longos é essencial que o ciclo de medição seja diminuído.

Os projetos também são caracterizados por um orçamento que a eles é atribuído. Embora a influência do orçamento seja menos importante para a utilidade do TVA do que a duração, ela é fator-chave. O tamanho do orçamento em si não tem uma influência sobre a eficiência do TVA, mas economicamente não vale a pena aplicar TVA em projetos com um orçamento limitado.

A estrutura de dependência das tarefas em um projeto também deve ser levada em conta na aplicação da TVA no que diz respeito a sua previsibilidade dos prazos, diferenciando-as em seriada ou em paralelo (VANHOUCKE; VANDEVOORDE, 2009). A principal conclusão de Vanhoucke e Vandevoorde foi que, quanto mais a rede se aproxima de uma configuração em série, melhores serão as estimativas da TVA. Em projetos com atividades dependentes, o atraso em uma etapa significa atraso na próxima, e isso faz com que o prazo seja muito previsível. Em uma estrutura mais paralela, por outro lado, um atraso de uma determinada tarefa não conduz automaticamente a um atraso no projeto global, porque a maioria das tarefas não são críticas e têm certa flexibilidade, fazendo com que seja muito mais difícil fazer uma previsão acurada.

4.5.2 Estabilidade da IDC

O IDC é um indicador da eficiência do desempenho de custo de um projeto, e sua estabilidade é importante por duas razões principais (CHRISTENSEN; HEISE, 1993). Em primeiro lugar, ele é um parâmetro utilizado em muitas fórmulas da TVA, as quais fazem previsões dos custos. Em segundo lugar, o IDC estável pode indicar que o controle de custos é realizado coerentemente com a realidade, sem grandes oscilações que pudessem significar diferentes interpretações nas medições físicas.

Por muito tempo foi aceito que um IDC é estável quando sua previsão é diferente em 10% do IDC final do projeto. Acreditava-se que isto acontecia a partir de quando o projeto estava 50% concluído. O primeiro estudo foi publicado por Payne (1990) analisando os dados de sete programas de aeronaves concluídas e testando a hipótese de que o IDC acumulado é estável, o que significa ter um desvio máximo de dez por cento a partir do ponto de conclusão de cinquenta por cento. Os resultados confirmaram a hipótese e uma investigação mais

aprofundada sobre esses projetos ainda mostrou que a estabilidade se aproximava do ponto de conclusão de vinte por cento.

Pesquisa mais extensa foi executada três anos depois (CHRISTENSEN; HEISE, 1993), na qual os dados de 155 contratos de defesa foram investigados e, novamente, a hipótese era de que o IDC é estável a partir do ponto de conclusão de cinquenta por cento dos projetos. Além disso, também foram realizadas as análises de sensibilidade para o ponto de conclusão de quarenta, trinta, vinte e dez por cento. Dos 155 contratos, 153 tinham uma IDC acumulativo estável do ponto de cinquenta por cento de conclusão, o que confirmou uma das hipóteses. O IDC também foi considerado estável em 20% de conclusão.

Lipke (2005) realizou um estudo não foram testados três diferentes intervalos de tempo: a cada três meses, a cada seis meses e com seis meses de média móvel. Os resultados apresentados no Quadro 4 mostram que, a partir do ponto de conclusão de cinquenta por cento, por nenhum dos três métodos de medição foi obtida a estabilidade significativa. O estudo deixou claro que o desempenho temporário não pode simplesmente ser estendido por todo período de duração do projeto. As previsões de desempenho devem ser baseadas em dados de desempenho durante um longo período de tempo. Estes resultados também indicam que a estabilidade do IDC acumulado é, em grande medida, devido ao índice acumulativo, que pode ocultar a eventuais oscilações locais do IDC.

Quadro 5 – Estabilidade IDC com a variação do prazo acumulado

	Três meses	Seis meses	Seis meses média móvel
Número de contratos	155	155	155
Contratos com IDC estável	10	50	29
Percentual estável	6%	32%	19%

(fonte: adaptado de LIPKE, 2005)

A partir de diversos estudos realizados com o banco de dados do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, algumas conclusões foram tomadas como verdadeiras na aplicação da TVA em grandes projetos (BUYSE et al., 2009):

- a) $ECNT = ONT / IDC$ é uma estimativa de razoável execução para o custo final;

- b) o valor acumulado da IDC estabiliza no momento em que o projeto é de vinte por cento completo. A estabilidade é definida pelo fato do IDC final não variar por mais de 10 por cento em relação ao valor total de vinte por cento ($IDC_{20\%}$);
- c) o intervalo para o custo final é obtido a partir da constatação anterior:
 $ECNT = ONT / (IDC_{20\%} \pm 0,10)$.

O estudo da correlação entre a duração do projeto e a estabilidade do IDC em vinte por cento foi realizado por Lipke (2005). Nele, o autor concluiu que a hipótese só é válida para projetos de longa duração, com mais de seis anos. Para projetos de curta duração (menores de dois anos), segundo o mesmo autor, o IDC não pode ser avaliado como um indicador confiável para a previsão do custo de conclusão desde o início do projeto.

Embora os resultados do Lipke (2005) ainda aceitem a estabilidade do IDC, em certa medida, Buyse et al. (2009) publicaram um estudo complementando a análise. No estudo foi analisado o IDC em trinta e sete projetos. A estabilidade foi novamente avaliada como sendo quando o desvio entre o IDC durante as etapas até à conclusão definitiva foi no máximo de dez por cento. Os resultados são apresentados no Quadro 5.

Quadro 6 – Diferentes resultados da estabilidade de IDC em projetos variados

Estabilidade Alçada		Israel - Alta Tecnologia	Reino Unido - Construção	Austrália - TI
IDC acumulado	<20%	1	2	0
	20% < >50%	11	8	4
	>50%	1	10	1

(fonte: adaptado de BUYSE et al., 2009)

O Quadro 5 mostra que, antes do ponto de conclusão de vinte por cento, poucos projetos tinham alcançado a estabilidade do IDC, mostrando que na maioria dos projetos a estabilidade foi atingida mais tarde no projeto. Chama a atenção para os projetos de construção do Reino Unido, em que apenas oito dos 20 projetos, alcançaram a estabilidade IDC antes dos 50%, enquanto nos outros projetos esse valor era relativamente maior.

A definição se a estabilidade do IDC pode ou não ser assumida, e em qual percentual de conclusão da obra pode ser assumido, não está claro. Neste trabalho, a análise da estabilidade da IDC e sua repercussão na gestão dos custos do empreendimento estudado foram analisadas, e os detalhes serão descritos no capítulo 5.

4.6 ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO DA UTILIZAÇÃO DA TVA

Os processos de controle, como a TVA, assim como qualquer outro dentro de uma organização, têm um custo associado. Assim, segundo Bornia (2010), o nível de detalhamento ótimo é aquele em que o custo marginal se iguala ao benefício marginal da informação. Embora simples, normalmente essa avaliação é feita de forma subjetiva. Isso ocorreria porque, embora o custo da informação seja de possível estimação, o benefício da mesma é muito mais subjetivo e de difícil avaliação.

Tendo em vista que o custo da informação vem caindo, devido à constante evolução da informática, cada vez mais se justifica a adoção de sistemas de informação e controle mais detalhados. Somado a isso, a crescente concorrência e, por consequência, a necessidade de ataque aos desperdícios, faz com que a melhor informação se torne cada vez mais indispensável (BORNIA, 2010). De uma forma geral, é esperado que um sistema de controle aumente os resultados, ou seja, que suas informações gerem ganho maior do que seu custo de implementação e manutenção.

Avaliar qual o benefício de identificar um desvio ou de prever um gasto acima do orçamento é uma tarefa subjetiva. Quando essas informações geram uma mudança que traz economia aí encontra-se um valor. Porém, em muitas empresas ou governos, a TVA é também utilizada como uma ferramenta para facilitar o entendimento da alta gestão sobre o andamento dos projetos.

Segundo Christensen (1998), os estudos sobre o custo desta ferramenta têm grande espectro de variação, tendo sua média entre 0,4 e 1,63% do valor total dos custos de um projeto. Segundo o mesmo autor, esses valores podem ser altos quando as análises são muito detalhadas e, por muitas vezes, mecânicas. Os valores indicados foram pesquisados entre empresas americanas que são obrigadas a utilizar esta ferramenta. É importante salientar que, dentre os custos estimados, estão os custos de implementação de sistemas de informação que permitam as análises.

As conclusões de Christensen (1998) é de que a decisão se o custo da ferramenta é maior que seus benefícios é subjetiva. Entretanto, aponta que há grande evidência de que os benefícios devam ser maiores pelo fato da metodologia TVA ser aplicada em empresas privadas por espontânea vontade. O autor concluiu ainda dizendo que a TVA é uma ferramenta efetiva de

gerenciamento para projetos de qualquer tamanho e risco. Balarine (2001) conclui que, adotados os conceitos do TVA, um pequeno aumento no tempo dedicado ao planejamento e controle propicia um expressivo acréscimo à probabilidade de sucesso de um projeto.

Segundo Vargas (2011), durante as décadas de 1980 e 1990, diversos projetos de defesa do governo americano falharam. A análise dos casos mostrou que as informações da TVA poderiam ter antecipado os problemas, mas os responsáveis não usaram as informações como suporte gerencial. Os indicadores mostram que existem problemas, mas são necessárias ações corretivas por parte dos gestores. Sem uma atitude proativa não se justificam a elaboração dos indicadores e de relatórios de controle.

No próximo capítulo é apresentada a aplicação da TVA em uma obra residencial. Antes de serem abordados os resultados encontrados, são descritas as características da obra e da empresa onde foi realizado o estudo. Os métodos de cálculo da TVA seguiram os passos descritos neste capítulo 4.

5 ESTUDO DE CASO

Este trabalho foi desenvolvido de forma independente da empresa isso é, sem interferência nos resultados encontrados na pesquisa. Como fonte de dados para a pesquisa foram utilizados o banco de dados da empresa, visitas à campo e entrevistas com os participantes.

Foram aplicados os métodos descritos na literatura estudada para a implementação da TVA dentro da obra alvo desta pesquisa (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008; VARGAS, 2011). De forma resumida, as etapas, cronologicamente, no estudo de caso desta pesquisa foram as seguintes:

- a) definição do cronograma físico-financeiro da obra;
- b) determinação da divisão das atividades para fins de acompanhamento;
- c) acompanhamento mensal;
- d) levantamento de dados financeiros provenientes do banco de dados da empresa;
- e) centralização e análise dos resultados.

Nos próximos itens, são abordadas detalhadamente cada uma das etapas citadas, fornecendo as características gerais da empresa e da obra. Após, é descrito o procedimento adotado para definição do cronograma físico-financeiro da obra, como as atividades planejadas foram divididas para fins de acompanhamento e como foram realizadas as atividades de medição física. Por último, é descrito o método de coleta de dados junto ao banco de dados da empresa.

5.1 A EMPRESA EM ESTUDO

A empresa proprietária da obra estudada participa do mercado da construção civil na região do Vale dos Sinos há mais de 40 anos. Possui experiência em edificações comerciais e residenciais, tanto em incorporações como em licitações públicas e privadas. Tem em seu currículo mais de 1500 imóveis entregues, totalizando mais de 275 mil m² de obras construídas.

Atualmente, a empresa está focada em incorporações residenciais. Nesse mercado ela atua no desenvolvimento dos projetos, escolha dos terrenos, aprovações legais, incorporação e na construção da obra. O quadro de funcionários da empresa é de nove funcionários, pois os trabalhadores que atuam especificamente na execução das obras são terceirizados.

A vigilância dos custos dos empreendimentos da empresa é foco contínuo das decisões gerenciais. Tal referência é encontrada na política de qualidade da empresa: “Satisfazer as necessidades de nossos clientes através de um aprimoramento contínuo quanto aos processos da qualidade, prazo e custo”.

Outro fato motivador deste tema de pesquisa foi que a empresa mostrou preocupação com o desenvolvimento dos custos deste empreendimento, pois o projeto teve alterações significativas que acarretaram em custos adicionais. Além disso, a empresa tinha pequena experiência na construção de casas, haja visto que a grande maioria de suas obras sempre foram edifícios multipavimentos.

5.2 A OBRA EM ESTUDO

A obra analisada se localiza em São Leopoldo - Rio Grande do Sul - e trata-se de um condomínio residencial de sobrados. No total são dezoito unidades de três dormitórios com vagas para dois carros. As casas foram construídas sobre um terreno aterrado, possuem estrutura em concreto armado, alvenarias de vedação em blocos cerâmicos, revestimento argamassado interno e externo, estrutura do telhado em madeira e telhas de concreto. A infraestrutura condominial conta com uma rua interna, vagas para visitantes, salão de festas, piscina e guarita. A Figura 5 representa a vista em planta da implantação do condomínio.

Cada casa tem 126 m² de área privativa, divididos em dois pavimentos. No primeiro pavimento está a cozinha, lavabo, sala de televisão e sala de jantar. No segundo, localizam-se três dormitórios e dois banheiros. Cada unidade conta também com um pátio privativo nos fundos.

Figura 5 – Implantação do condomínio residencial



(fonte: fornecido pela empresa estudada)

Dentro do canteiro de obras, estava localizado um escritório que servia ao engenheiro residente e ao estagiário da obra. Dentre as atividades de responsabilidade de ambos, destacavam-se o controle da qualidade e dos cronogramas de curto e médio prazos e a medição dos pagamentos devidos aos empreiteiros contratados. A compra e a negociação de suprimentos eram centralizadas na sede da empresa.

Nos próximos itens são apresentadas as etapas de preparação e planejamento que foram desenvolvidas para a aplicação da TVA na obra apresentada. Também é detalhado como se deu o processo de acompanhamento mensal das atividades executadas e a coleta dos valores reais incorridos.

5.2.1 Formulação do Cronograma Físico-Financeiro

No início deste trabalho, a obra já estava em andamento (iniciou em abril de 2011), e já tinha seu orçamento e planejamento de longo prazo fechados. Porém, o orçamento não estava vinculado com o planejamento. Para criar estas ligações, foi utilizado o sistema ERP da empresa. Juntamente com o engenheiro da obra, cada tarefa do planejamento teve seu custo associado com o orçamento, gerando assim o planejamento físico-financeiro. Na Figura 6 mostra um recorte do orçamento existente na época.

Para a formulação da linha de base da TVA foi vinculado o orçamento com o cronograma. Tal operação foi realizada em conjunto com o engenheiro residente da obra. Nela ficou definida a

característica curva ‘S’ (Figura 7), presente na maioria das obras. O cronograma físico financeiro é na verdade a linha de base da TVA.

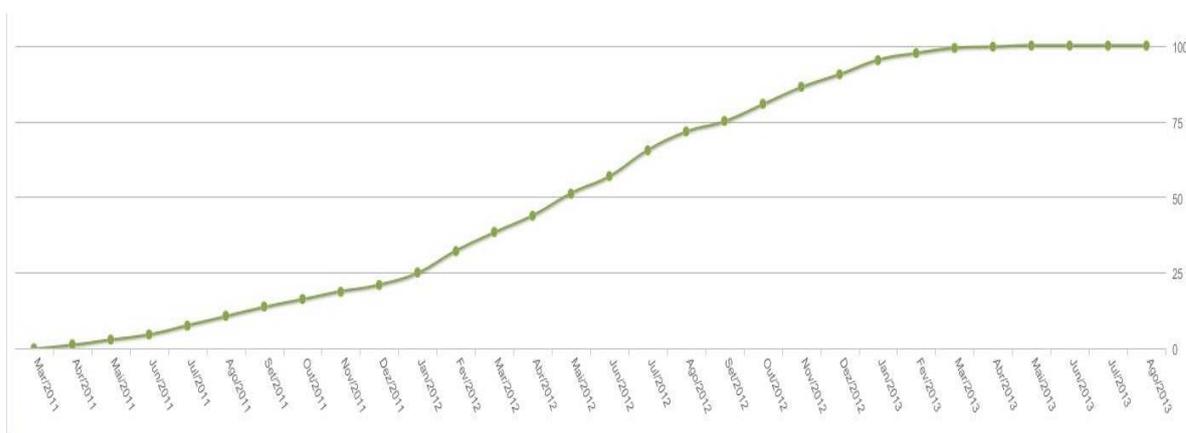
Na formatação do planejamento da obra, para posterior aplicação da TVA, era necessário observar as respectivas divisões das tarefas para que a posterior medição fosse facilitada. Por exemplo, na Figura 8 tem-se o item ‘pilares de concreto armado’, que consta no orçamento, está dividido em vários itens. Do contrário, as medições levariam um tempo muito maior para serem realizadas e seriam menos intuitivas. Possivelmente se fosse necessário um tempo maior de dedicação para coleta do acompanhamento mensal, por parte do engenheiro residente, acarretaria em falta de atenção no preenchimento da planilha ou causaria um descomprometimento nas avaliações, inviabilizando a sua aplicação e, assim, este trabalho.

Figura 6 – Detalhe do orçamento original da obra analisada

Obra		58 - Vivendas da Luz			
Unidade construtiva		1 - Obra			
Tipo de obra		2 - Padrão Oliva			
Endereço da obra		Rua Frei Canecas esq. Rua Bolívia - Pinheiros - São Leopoldo/RS			
Preços expressos em		R\$ (REAL)			
Código	Descrição	Unidade	Quantidade orçada	Preço total	
				Unitário	Total
00.006	MURO DE CONTENÇÃO				206.844,37
00.006.000.001	MURO DE CONCRETO PARA CONTENÇÃO DE SOLO - COMPLETO	m2	450,0000	364,1702	163.876,58
00.006.000.002	MURO DE CONTENÇÃO - DIVISA LESTE	m2	145,0000	247,2823	35.855,95
00.006.000.003	MURO DE CONTENÇÃO - ENTORNO PISCINA	m2	28,7600	247,2823	7.111,84
00.007	INFRA-ESTRUTURA				215.006,36
00.007.001	FUNDAÇÃO PROFUNDA				125.461,85
00.007.001.001	ESTACA ROTATIVA	m	1.260,0000	64,0902	80.753,67
00.007.001.002	ESTACAS PRÉ-MOLDADAS (18X18 e 20X20)	m	330,0000	92,7706	30.614,30
00.007.001.003	ARRASAMENTO DE ESTACAS 300mm	un	177,0000	23,5087	4.161,04
00.007.001.004	EXECUÇÃO DE MICROESTACAS (ESCAVAÇÃO, ARMADURAS E CONCRETAGEM)	un	96,0000	54,9344	5.273,71
00.007.001.005	CONCRETAGEM ESTACAS ROTATIVAS (ARMADURAS + CONCRETO)	un	177,0000	26,3228	4.659,13
00.007.002	FUNDAÇÃO SUPERFICIAL				89.544,51
00.007.002.001	CONTROLE TECNOLÓGICO	vb	1,0000	0,0000	0,00
00.007.002.002	VIGA DE FUNDAÇÃO (BALDRAME) CONCRETO ARMADO fck 35MPa	m3	62,3000	1.389,9162	86.591,78
00.007.002.003	BLOCO CONCRETO ARMADO fck 35MPa - COMPLETO	m3	2,0000	1.476,3638	2.952,73
00.008	SUPRA-ESTRUTURA				519.233,29
00.008.001	PILARES DE CONCRETO ARMADO - COMPLETO (m³)				69.192,58
00.008.001.001	PILAR CONCRETO ARMADO-ESCOR, FORMA, ARM, LANC, CURA, D	m3	55,3400	1.250,3177	69.192,58
00.008.002	VIGAS DE CONCRETO ARMADO - COMPLETA (m3)				221.094,89
00.008.002.001	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR, FORMA, ARM, CURA, DES	m3	141,7400	1.559,8623	221.094,89
00.008.003	LAJE PRÉ-MOLDADA				148.100,04
00.008.003.001	LAJE PRÉ-MOLDADA (MONTAGEM + CONCRETAGEM)	m2	1.807,0000	81,9591	148.100,04
00.008.004	ESCADA MADEIRA				80.845,78

(fonte: adaptado da empresa estudada)

Figura 7 – Cronograma físico-financeiro simplificado



(fonte: adaptado da empresa estudada)

Figura 8 – Divisão dos serviços em parcelas de fácil medição

Obra: 58 - Vivendas da Luz		
Unidade: 1 - Obra		
Versão do projeto: 2 - 04/03/2011 - 12:04:01		
Serviço: 00.008.001.001 - PILAR CONCRETO ARMADO-ESCOR, FORMA, ARM, LANC, CURA, D		
ID	Tarefa	%
57	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 1 - PILARES TERREO	5,5555
58	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 1 - PILARES 2 PAVTO	5,5555
59	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 1 - PILARES COBERTURA	5,5555
61	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 2 - PILARES TERREO	5,5555
62	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 2 - PILARES 2 PAVTO	5,5556
63	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 2 - PILARES COBERTURA	5,5556
65	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 3 - PILARES TERREO	5,5555
66	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 3 - PILARES 2 PAVTO	5,5556
67	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 3 - PILARES COBERTURA	5,5556
69	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 4 - PILARES TERREO	5,5555
70	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 4 - PILARES 2 PAVTO	5,5556
71	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 4 - PILARES COBERTURA	5,5556
73	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 5 - PILARES - PAVTO TERREO	5,5555
74	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 5 - PILARES - 2 PAVTO	5,5556
75	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 5 - PILARES - COBERTURA	5,5556
77	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - PAVTO TERREO	5,5555
78	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - 2 PAVTO	5,5556
79	PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - COBERTURA	5,5556
Total apropriado:		100,0000
Serviço: 00.008.002.001 - VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES		
ID	Tarefa	%
84	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1- PAVTO TERREO	5,5555
85	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1 - 2 PAVTO	5,5555
86	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1- COBERTURA	5,5555
88	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 2 - PAVTO TERREO	5,5555
89	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 2 - 2 PAVTO	5,5556
90	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 2 - COBERTURA	5,5556
92	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 3 - PAVTO TERREO	5,5555
93	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 3 - 2 PAVTO	5,5556
94	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 3 - COBERTURA	5,5556
96	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 4 - PAVTO TERREO	5,5555
97	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 4 - 2 PAVTO	5,5556
98	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 4 - COBERTURA	5,5556
100	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 5 - PAVTO TERREO	5,5555
101	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 5 - 2 PAVTO	5,5556
102	VIGA CONCRETO ARMADO-ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 5 - COBERTURA	5,5556

(fonte: adaptado da empresa estudada)

A divisão dos serviços na obra estudada foi criada de modo a facilitar visualmente as medições que seriam executadas mensalmente, e também para que essa divisão seguisse coerentemente a execução da obra. De modo geral, o empreendimento foi dividido em seis grupos de três casas cada um. Além disto, cada grupo era dividido em três pavimentos. Importante salientar que esta divisão resultou na subdivisão de cada item do orçamento em 18 tarefas, as quais foram avaliadas pelo andamento físico.

O andamento de atividades mensuráveis, como, por exemplo, a área de alvenarias executadas, pode ser medida pela divisão da área executada pela área em projeto. Assume-se que o custo é proporcional à quantidade. Normalmente, isso só é possível para os níveis mais detalhados da divisão do trabalho planejado (CZARNIGOWSKA, 2008).

O avanço de atividades mais complexas como, por exemplo, 'instalação da rede pluvial', ou de atividades não tangíveis como, por exemplo, 'projetos, licenças e documentação', tem de ser estimados. O problema é que estas estimativas são subjetivas. Essa distorção pode ser desconsiderada em casos que as tarefas representam um pequeno percentual do custo global (CZARNIGOWSKA, 2008).

5.2.2 Acompanhamento Físico

As medições foram realizadas no final de cada mês pelo engenheiro residente, com a presença do pesquisador. Em cada uma das visitas o engenheiro preenchia uma planilha de medições, na qual o total acumulado dos serviços executados até a data de medição era informado. Depois estes valores eram inseridos em uma planilha eletrônica, resultando no percentual ponderado completo das tarefas. A planilha de medições está exemplificada na Figura 9.

Entre as possibilidades citadas no item 4.2 do trabalho, o método utilizado para verificação da evolução física do empreendimento foi o do percentual completo. Esse método é o mais utilizado, mesmo não sendo o mais preciso, pois grande tempo adicional é envolvido quando utilizadas medições por quantidades físicas de cada tarefa, por exemplo, por m² ou por m³.

Assim como um projeto pode variar em inúmeras formas, a Técnica do Valor Agregado deve ser pensada para atender situações específicas, se deseja-se melhorar a eficiência e a efetividade. Para uma empresa, o projeto pode, em sua maioria, variar em duas dimensões: quanto à significância para a organização e quanto à incerteza. A primeira dimensão tem a ver

com o impacto do sucesso ou fracasso do projeto, e a segunda com a probabilidade de sucesso ou fracasso (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008).

Figura 9 – Detalhe da divisão dos serviços

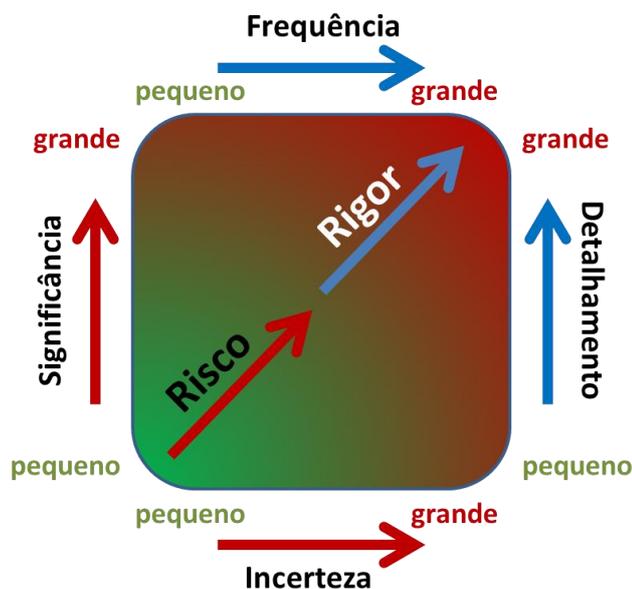
Obra	58 - Vivendas da Luz	Última medição	20
Unidade construtiva	1 - Obra	Data da última medição	30/08/2013
Entrada de quantitativos	() quantidade () percentual	Data da medição	t t
Apresentação de quantitativos	() medido () acumulado		
Observação			

Descrição	Unid.	Quantidades				
		Planejada	Acumulada	% acum.	A medir	Medida
PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 5 - PILARES - 2 PAVTO	m3	3,0745	3,0745	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 5 - PILARES - COBERTURA	m3	3,0745	3,0745	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
- PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6						
PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - PAVTO TERREO	m3	3,0744	3,0744	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - 2 PAVTO	m3	3,0745	3,0745	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
PILARES DE CONCRETO ARMADO - Grupo 6 - PILARES - COBERTURA	m3	3,0745	3,0745	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
- VIGAS DE CONCRETO ARMADO - COMPLETA (m3)						
-- VIGA CONCRETO ARMADO - SALÃO DE FESTAS						
- VIGA CONCRETO ARMADO - SALÃO DE FESTAS/GUARITA		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	** Sem Saldo **
-- VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1						
VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1 - PAVTO TERREO	m3	7,8744	7,8744	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1 - 2 PAVTO	m3	7,8744	7,8744	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 1 - COBERTURA	m3	7,8744	7,8744	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **
-- VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 2						
VIGA CONCRETO ARMADO- ESCOR,FORMA,ARM,CURA,DES - VIGAS - GRUPO 2 - PAVTO TERREO	m3	7,8744	7,8744	100,0000	0,0000	** Sem Saldo **

(fonte: adaptado da empresa estudada)

Com o aumento da significância e da incerteza, o rigor com que a TVA vai ser empregada também deve aumentar. Na TVA existem duas dimensões para o rigor: a fragmentação das atividades e a frequência das medições de desempenho do projeto. A fragmentação das atividades diz respeito ao nível de detalhamento com que cada tarefa é planejada. A frequência das medições diz respeito ao intervalo em que cada medição da evolução física da obra será realizada, variando desde avaliações diárias até mensais (PMI). Os valores resultantes de cada medição são os Valores Agregados, peça fundamental da TVA. Na Figura 10 tem-se a representação esquemática dessas variáveis.

Figura 10 – Relação esquemática do risco do projeto e do rigor da TVA



(fonte: adaptado de Project Management Institute, 2008)

A definição do rigor da aplicação da TVA também deve levar em consideração o custo-benefício da informação. Conforme citado no item 4.5 deste trabalho, existem custos significativos quando o gerenciamento é detalhado em excesso e existe um ponto onde o benefício da informação torna-se marginal (CHRISTENSEN, 1998).

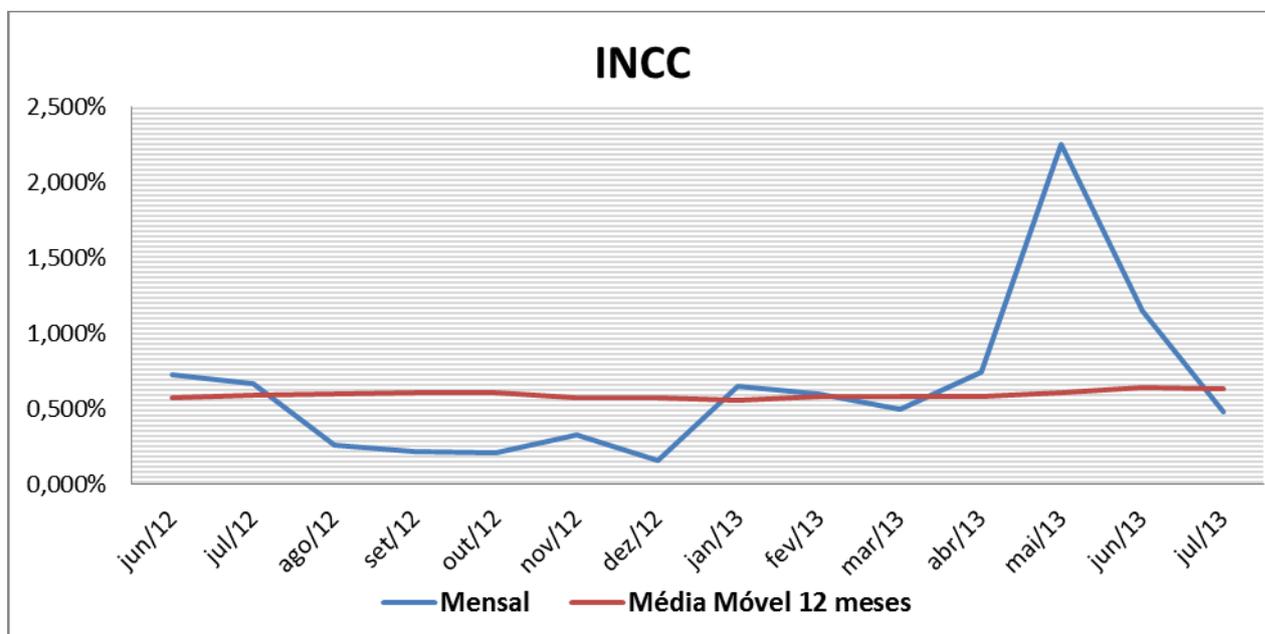
5.2.3 Coleta dos Valores Comprometidos

A empresa estudada já disponibilizava um sistema de controle de gastos onde todas as despesas das obras necessariamente devem ser alocadas nos itens do orçamento. Ou seja, isso garante que nenhuma despesa direta da obra estudada não foi considerada nos relatórios de despesas comprometidas. O sistema, porém, não garante que as despesas sejam direcionadas exatamente para o item que gerou a despesa. Durante este trabalho, este fato é desconsiderado, visto que esta não é a intenção dos gestores e nem dos funcionários ligados a esta obra.

Os relatórios de despesas foram indexados pelo indicador utilizado como padrão nos contratos da construção civil, o Índice Nacional da Construção Civil (INCC), divulgado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). As despesas foram corrigidas até a data da última medição para que os valores financeiros tivessem o mesmo valor presente. Essa indexação

torna-se indispensável em projetos de longo prazo, visto os altos índices encontrados hoje no mercado da construção civil, próximos aos 6,5% a.a., conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Variação do INCC



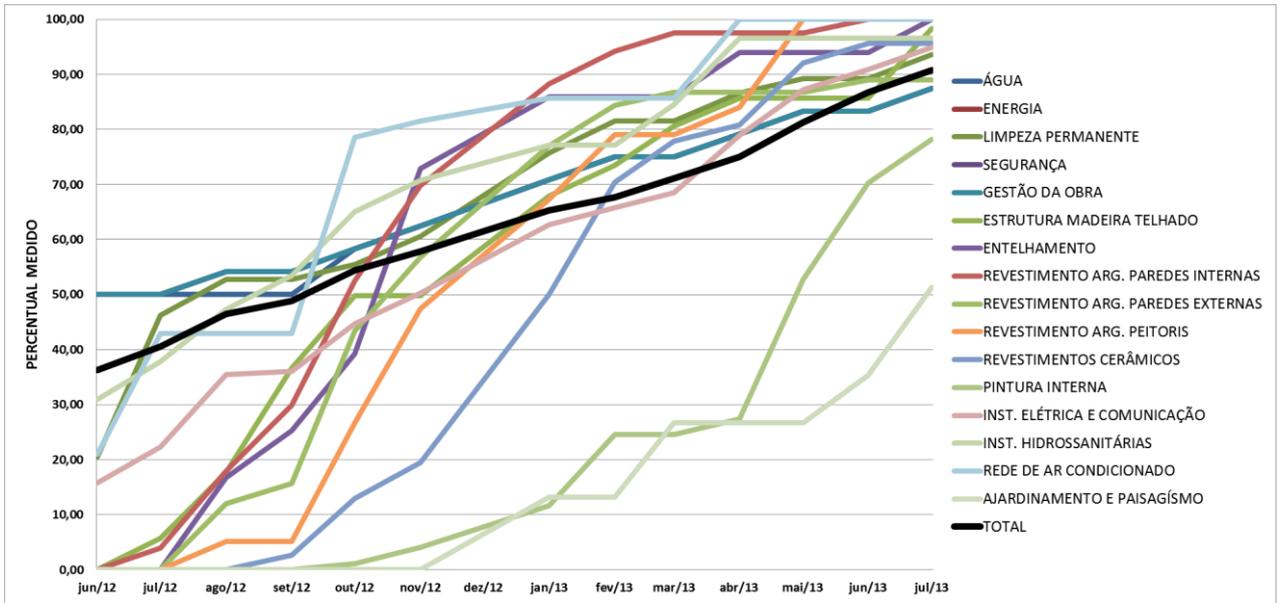
(fonte: adaptado de FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2013)

Os relatórios das despesas comprometidas foram retirados usando a data da medição de cada mês como último dia válido para as despesas. Ou seja, despesas emitidas no dia seguinte à medição de determinado mês foram incorporadas no mês seguinte. Os valores coletados no banco de dados são, dentro da TVA, os Custos Reais (CR).

5.3 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos em todas as 13 coletas de dados mensais, de junho de 2012 a julho de 2013 com exceção de dezembro, foram agrupados em um banco de dados único para o cruzamento dos dados e para simular as previsões e os índices da TVA. Dentro da análise, foram excluídos serviços que já haviam sido finalizados no início das medições, ou que não haviam sido iniciados até o final das medições. Também foram excluídos dos resultados os serviços realizados em grandes pacotes, pois pela frequência de acompanhamento adotada (mensal) não era possível acompanhar seu andamento. Estes serviços podem ser identificados na Figura 12 quando plota-se um gráfico do percentual concluído e verifica-se grandes saltos nesses percentuais.

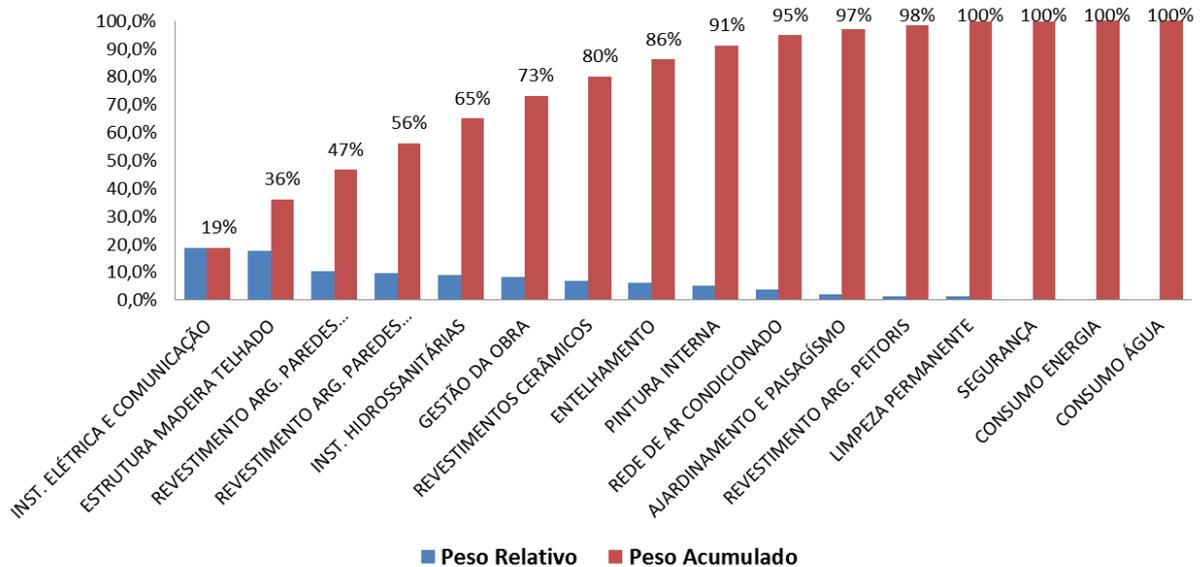
Figura 12 – Evolução mensal dos serviços analisados



(fonte: elaborado pelo autor)

Depois da escolha das atividades que seriam analisadas, foi avaliado o peso quanto à custo de cada uma delas. Foi estabelecido que apenas as atividades de maior valor seriam analisadas em detalhe. Dessa forma, constatou-se que das 16 atividades, sete delas representavam 80% do valor orçado, conforme a Figura 13. Essa análise focada nos itens de maior valor tem como objetivo a diminuição do custo de operacionalização da TVA, pois possibilita ao gestor do projeto trabalhar apenas onde existe maior impacto sobre o total do projeto.

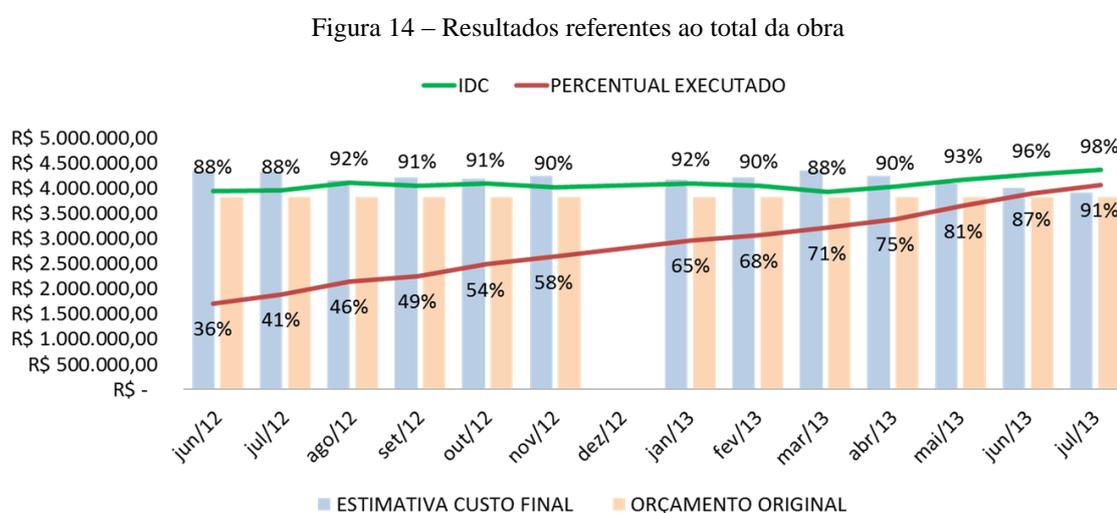
Figura 13 – Percentual acumulado em valor das tarefas selecionadas



(fonte: elaborado pelo autor)

A literatura pesquisada discute a aplicabilidade da TVA e sua previsibilidade em projetos de diversas áreas. Porém, não mostra se em cada um dos projetos são aplicados os indicadores em suas subdivisões. Nesta pesquisa, os indicadores da TVA foram aplicados no valor global da obra e também em cada uma das tarefas selecionadas do acompanhamento mensal.

Ao observar os resultados da aplicação no valor global nota-se uma maior estabilidade dos valores resultantes das previsões e dos indicadores quando comparado aos resultados encontrados em cada uma das atividades. Essa diferença é justificada pelo método de cálculo, uma vez que para o cálculo dos indicadores no total da obra é utilizada uma média ponderada dos resultados de cada atividade que a compõem. Logo, as variações, em cada um dos serviços são mascaradas, dado que seu peso relativamente ao valor global é pequeno. Além disso, os indicadores globais podem esconder resultados de sobrecusto no projeto, pois esses são contrabalanceados pelos itens com resultados positivos. Na Figura 14 estão representados em barras os valores da estimativa original do orçamento e os valores que a TVA fornecia como previsão. As linhas representam o indicador IDC e o percentual concluído da obra.



(fonte: elaborado pelo autor)

A aplicação da ferramenta na previsão dos custos globais deste empreendimento se mostrou uma ferramenta confiável com margem de erro de $\pm 10\%$ já a partir da conclusão de 30% da obra.

Apesar dos valores de previsão e os indicadores serem representativos da situação encontrada no projeto justamente por utilizar a média global, os desvios individuais acabam por ser negligenciados. Mesmo que seja suficiente a previsão de que os valores globais planejados estejam sendo atingidos, tais resultados não são suficientes na medida em que as empresas buscam a melhoria contínua de seus processos. É necessário evidenciar os erros e acertos individuais para que medidas corretivas sejam possíveis.

Ao observar a análise individual do IDC e do ECNT das atividades, os resultados foram bastante instáveis ao longo dos meses (os resultados da análise individual das atividades estão no Apêndice A). Essa alta variabilidade gera um descrédito na ferramenta, sendo que a instabilidade se dá por diferentes particularidades, desde a própria influência do observador (VA) sobre a medição física da atividade até a incorreta estimativa dos custos incorridos (CR) nela. Os resultados iniciais foram majoritariamente influenciados pela sua condição de estoque inicial de insumos (por exemplo, revestimentos cerâmicos, estrutura de telhado, pintura interna, entelhamento), que por sua vez não era visualmente perceptível nas visitas, pois se tratavam de produtos pagos pela empresa, mas ainda não entregues. No caso de 'pintura interna', tem-se, também, a influência de o contrato ser do tipo 'preço fechado' com o prestador de serviço. Desta forma, os pagamentos nem sempre representavam o andamento físico da obra. No caso da rede de ar-condicionado, o item não teve sua execução detalhada, em etapas, e por isso os resultados são significativamente piores no início (onde ocorre o gasto mais significativo em tubulações de cobre).

Mesmo com o avanço da tecnologia da informação e, por consequência, o aumento da facilidade de obtenção de dados, não é uma atividade banal a obtenção dos custos reais incorridos. Insumos ou serviços, muitas vezes, têm pagamentos definidos em acordos comerciais, os quais não representam, necessariamente, a entrega ou realização de um produto ou serviço. Além disso, tem-se estoques em suas diversas formas (em transporte, no fornecedor, na obra), o que dificulta a sua estimativa. A escolha de diferentes critérios de indexação ou de não indexação dos valores orçados também gera resultados substancialmente diferentes.

Apesar da variabilidade entre os resultados de cada mês, da mesma atividade, os gráficos que estão no Apêndice A mostram que há uma tendência a estabilização dos resultados quanto maior for o percentual de conclusão das atividades. Isso se deve ao fato que erros nas

estimativas têm peso percentual menor quanto maior for o percentual de conclusão. Porém, resultados confiáveis apenas quando próximos à conclusão das atividades fazem com que as previsões de custo e prazo percam seu grande valor. Nesses casos, a TVA não alcança seu propósito de possibilitar a tomada de ações cedo nos projetos.

Confrontando os resultados encontrados de forma global e individual, é possível perceber que mesmo que a análise global demonstre uma estabilidade, ela não permite uma avaliação mais completa das particularidades do projeto. Portanto, pode-se dizer que é relevante o diagnóstico individual para a melhoria dos processos e para o ciclo de aprendizagem da empresa. A TVA possibilita o aperfeiçoamento dos orçamentos e o desenvolvimento de métricas que melhor representam a realidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo a aplicação da Técnica do Valor Agregado em uma obra residencial, e assim avaliar suas implicações quanto à gestão de custos do empreendimento. O trabalho atingiu seu objetivo a partir de um estudo de caso realizado em uma construção de um condomínio de casas de uma construtora de médio porte.

Considerando que a ferramenta tem função de provisionar resultados prévios, passa a ser peça fundamental num contexto proativo da gestão de custos, desafiando a tendência histórica do setor de efetuar análises históricas.

Quanto ao custo-benefício da ferramenta, propõem-se a racionalização da aplicação da TVA através do planejamento em quais atividades ela será implementada e monitorada. Dessa maneira, atividades onde a ferramenta apresenta resultados não significativos, ou atividades que não têm representatividade no valor global poderiam ser retiradas. Com isso, o custo para obtenção dos dados seria diminuído e os benefícios mantidos.

Por outro lado, para ampliação dos benefícios da aplicação da TVA, as atividades acompanhadas devem ser planejadas em detalhe, e critérios de medição física precisam ser determinados com coerência. A análise dos resultados deveria, então, priorizar a explicação das ocorrências das maiores diferenças em relação ao orçado/planejado.

Os resultados globais servem de métrica gerencial, pois dão o quadro geral do empreendimento. Já os resultados das tarefas individuais embasam, em nível operacional, as tomadas de ações corretivas e o diagnóstico dos desvios locais.

Da análise dos dados concluiu-se que a TVA representa uma ferramenta de alerta para os gestores da construção, uma vez que identifica desvios logo no início dos serviços. Sua aplicação, porém, não é generalizada. Em diversas situações ela fornece resultados não próximos da realidade devido a questões estruturais da ferramenta. Outro fato determinante, também, em sua aplicação é a proporção entre a sua duração e a frequência das medições realizadas. A determinação destas proporções mínimas não é conclusiva na literatura.

Deve-se salientar que as atuais ferramentas de gestão devem atuar em conjunto com o objetivo de melhorar a eficiência da construção civil. Não existe ferramenta absoluta na busca pelo controle de custos e prazos. Cada uma das metodologias existentes possui pontos fortes e fracos. O ponto forte da TVA é a sua pró-atividade em destacar desvios e proporcionar aos gestores a possibilidade de tomar medidas corretivas. Seu ponto fraco está na indefinição de alguns critérios de detalhamento mínimo necessários para obtenção de resultados confiáveis e na alta dependência da exata mensuração das atividades executadas.

REFERÊNCIAS

- BALARINE, O. F. O. O controle de projetos através dos conceitos de Desempenho Real (Earned Value). **Produção**, v. 10, n. 2, p. 31-40, maio 2001. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v10n2/v10n2a03.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- BERNARDES, M. M. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- BUYSE, P.; VANDENBUSSCHE, T. **Performance Analysis of Earned Value Management in the Construction Industry**. 2009. 97 p. Thesis (Master in de Toegepaste Economische Wetenschappen) – Faculteit Economie En Bedrijfskunde, Universiteit Gent, Gent, België, 2009. Disponível em: <http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/459/661/RUG01-001459661_2011_0001_AC.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.
- CHRISTENSEIN, D. S.; HEISE, S. R. Cost Performance Index Stability. **National Contract Management Journal**, n. 25, p. 7-15, 1993. Disponível em: <<http://www.suu.edu/faculty/christensend/evms/CPIstabilityNCMJ.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- CHRISTENSEN, D. S. The cost and benefits of the earned value management process. **Acquisition Review Quarterly**, p. 373-386, Fall 1998. Disponível em: <<https://www.thedacs.org/topics/earnedvalue/benefitsEV.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para a realização de processo de benchmarking colaborativo visando à implementação de melhorias em empresas de construção civil**. 2008. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- CZARNIGOWSKA, A. Earned value method as a tool for project control. **Budownictwo i Architektura**, n. 3, p. 15-32, 2008. Disponível em: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPL6-0014-0070/c/httpwibis_pollub_plfilesplikikonferencje32.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.
- FLEMING, Q. W.; KOPELMANN, J. M. Earned Value Management: Mitigating the Risks Associated with Construction Projects. **Risk Management**, p. 90-95, Mar.-Apr. 2002. Disponível em <<http://www.dau.mil/pubscats/PubsCats/PM/articles02/fle-ma2.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2013.
- _____. **Earned Value Project Management**. 4th ed. Newtown Square, USA: Project Management Institute, 2010.
- FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. 1991. 327 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford, UK, 1991.

GIACOMETTI, R. A.; SILVA, C. E. S. da; SOUZA, H. J. C. de; MARINS, F. A. S.; SILVA, E. R. S. da. Aplicação do Earned Value em Projetos Complexos - um Estudo de Caso na EMBRAER. **Gestão da Produção**, v. 14, n. 3, p. 595-607, set.–dez. 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n3/a13v14n3.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. 2005. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296 f. Dissertation (Doctor of Technology) – Technical Research Center of Finland, Helsinki, 2000.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LIPKE, W. **Connecting Earned Value to the Schedule**. Long Beach, California: PMI, 2005. Apresentação em Power Point. Disponível em: <<http://www.earnedschedule.com/Docs/Connecting%20EV%20to%20Sched%20CPM%202005%20Lipke.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2013.

_____. Speculations on Project Duration Forecasting. **PM World Today**, v. XIV, n. 3, p. 1-10, Mar., 2012. Disponível em <<http://earnedschedule.com/Docs/Speculations%20on%20Project%20Duration%20Forecasting.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.

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

PAYNE, K. I. **An Investigation of the Stability of the Cost Performance Index**. 1990. 86 p. Thesis (Master of Science in Cost Analysis) – School of Systems and Logistics, Air Force Institute of Technology, Ohio, United States of America, 1990. Disponível em <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a229498.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 4 ed. Newtown Squase, USA., 2008.

ROLT, M. I. P.de. **O uso de indicadores para a melhoria da qualidade em pequenas empresas**. 1998. 191 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/rolt/>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

SOARES, P. A. R. R.. **Análise Económica de Empreendimentos Aplicação do Earned Value**. 2012. 84 p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2012. Disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19877/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Paulo%20Ribeirinho%20Soares_2011.pdf>. Acesso em: 17 out. 2013.

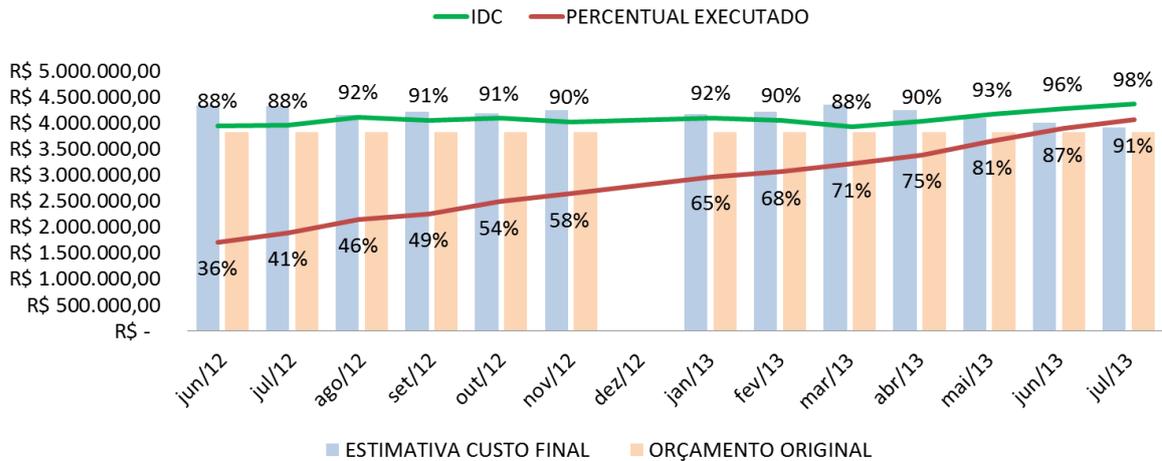
SOUZA, P. N. de. **Gerenciamento de Custo de Projetos**. São José dos Campos: INPE, 2012. Apresentação em Power Point. Disponível em <http://www.inpe.br/twiki/pub/Main/GerenciamentoProjetosEspaciais/Parte-06_CSE-325_2012.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2013.

VANHOUCKE, M.; VANDEVOORDE, S. Forecasting a Project's Duration under Various Topological Structures. **The Measurable News**, n. 1, p. 26-30, 2009. Disponível em: <[http://www.earnedschedule.com/Docs/Forecasting%20Project%20Duration%20\[Vanhoucke%20&%20Vandevoorde\].pdf](http://www.earnedschedule.com/Docs/Forecasting%20Project%20Duration%20[Vanhoucke%20&%20Vandevoorde].pdf)>. Acesso em: 10 out. 2013.

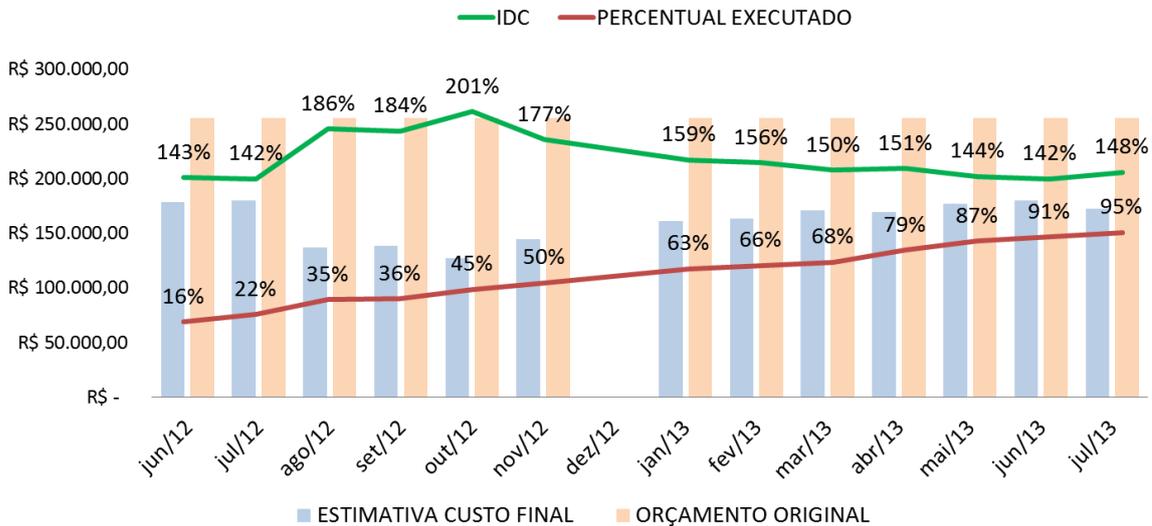
VARGAS, R. V. **Análise de valor agregado: revolucionando o gerenciamento de prazos e custos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

**APÊNDICE A – Análise dos resultados em cada um dos serviços
acompanhados**

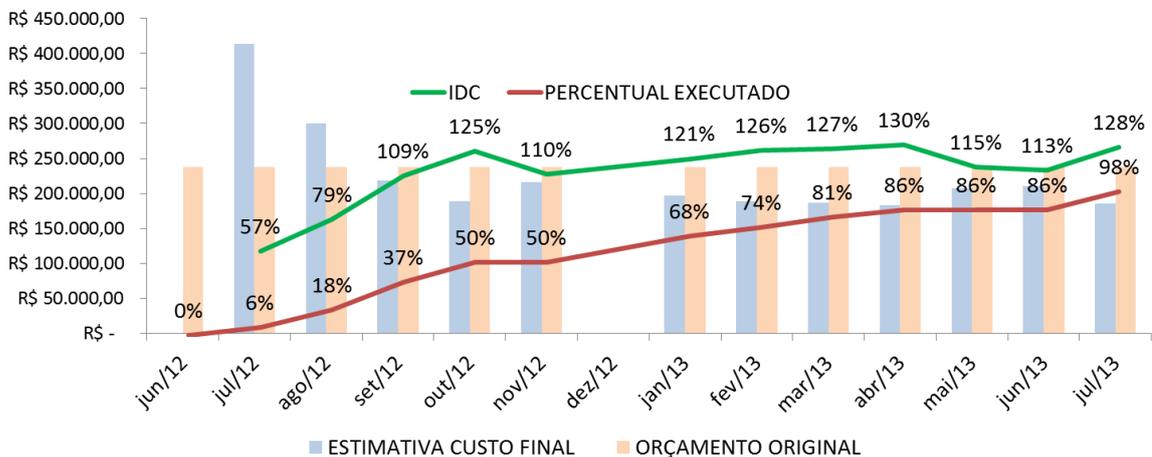
Total da obra



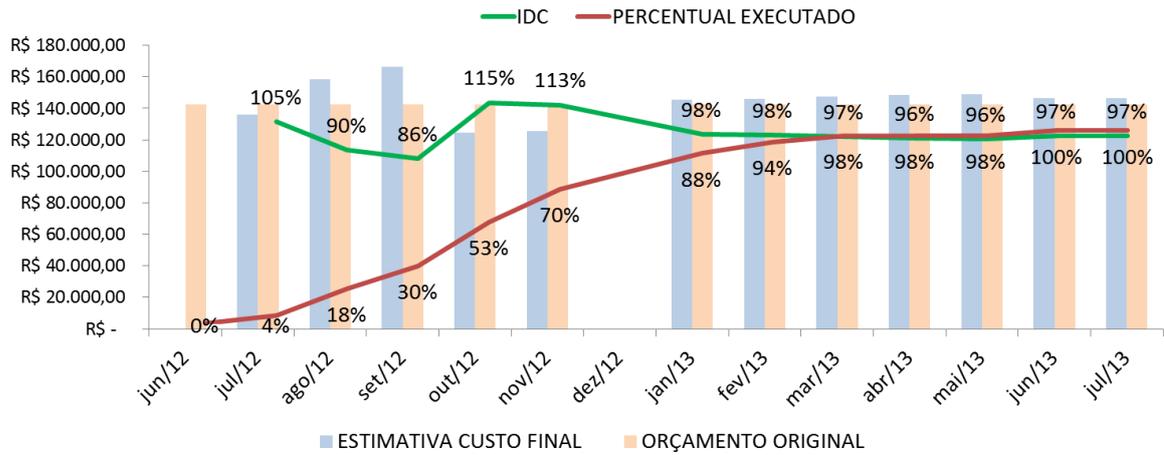
Instalações elétricas



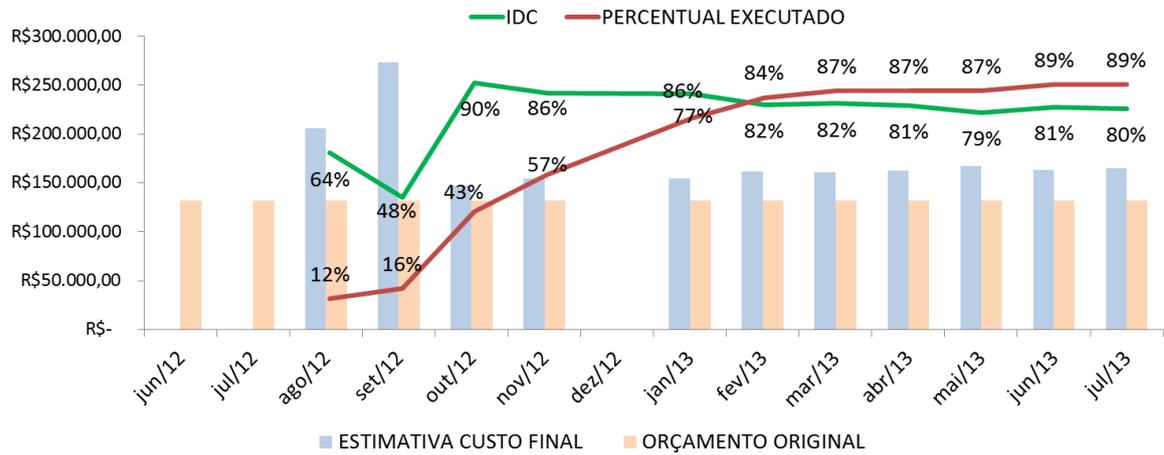
Estrutura do telhado



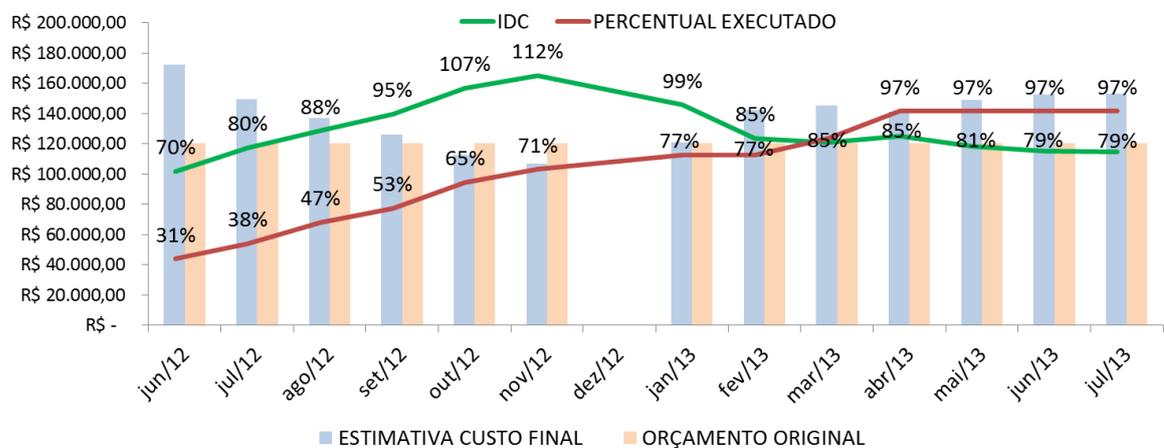
Revestimento argamassado paredes internas



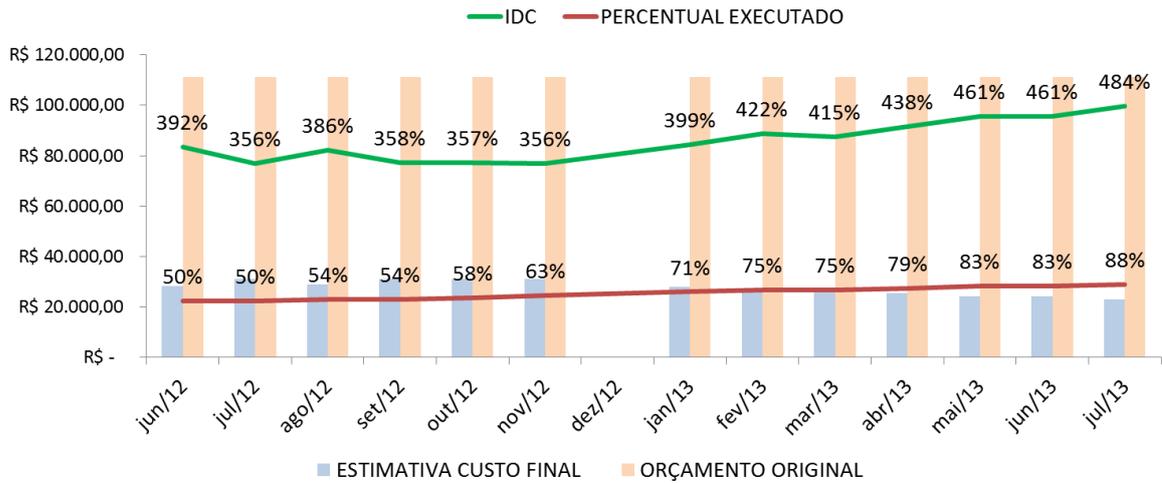
Revestimento argamassado paredes externas



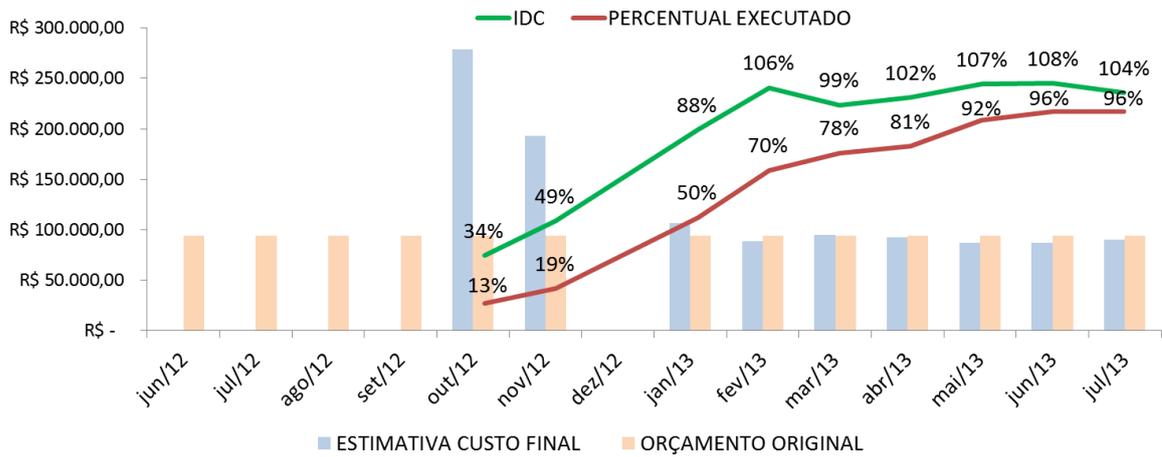
Instalações hidrossanitárias



Gestão da obra



Revestimentos cerâmicos



Entelhamento

