



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

**ESCOLA POLITÉCNICA**

**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PEDRO HENRIQUE PEREIRA OLIVEIRA**

**A Análise de Valor Agregado no Controle de Projetos de  
Construção Civil**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Escola Politécnica da  
Universidade Federal da Bahia para  
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Salvador

2010

PEDRO HENRIQUE PEREIRA OLIVEIRA

## **A Análise de Valor Agregado no Controle de Projetos de Construção Civil**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Emerson de Andrade Marques Ferreira.

Salvador

2010

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pois sem Ele nada seria possível.

A meus pais, Vercelencio e Rosana, pelo amor incondicional, por me ajudarem a superar quaisquer obstáculos, por serem sempre maravilhosos. Agradeço a meus irmãos, Juliana e João Vítor, companheiros eternos, dos quais sinto orgulho e afirmo que são meus melhores amigos. Agradeço a Camilla, pelo incentivo e companheirismo, te amo! A minha família: avós, tios (Gracinha, Diana, Cardoso, Suzana, Suzete, às Kakas...) e primos (Lú, Nanda, Lipe, Bela, Keyla, Miguel Jr., etc.), que me acolheram em suas casas, me ajudaram a fazer grandes escolhas.

Agradeço ainda aos melhores amigos que pude ter (Dieguinho, Renatinho, Thiaguinho, Alberinga, Guiga, Batista, Rafael, Leila, Mariana, Manu, Amanda, entre outros tantos), por sempre me darem força, mesmo quando não pude estar presente nos encontros. Agradeço aos melhores amigos que fiz na faculdade (Alberto, Barbosa, Feitosa, Lauro e P.V.), por me apoiarem sempre durante toda a luta.

Agradeço ao professor Dr. Emerson de Andrade Marques Ferreira, por me orientar na realização deste trabalho e à professora Dr<sup>a</sup>. Tatiana Bittencourt Dumêt por me orientar e ajudar durante todo o curso de graduação.

Agradeço também aos engenheiros André Pedreira e Orlando Benevides, por me permitirem realizar o estudo de caso na obra que gerenciam. Aos engenheiros Antonio C. L. Berenguer Junior e Saulo de Faria, por me servirem de inspiração.

Em fim, a todos os que, de algum motivo participaram da minha formação, **MUITO OBRIGADO.**

OLIVEIRA, Pedro Henrique Pereira. A Análise de Valor Agregado no Controle de Projetos de Construção Civil. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

## RESUMO

Com a atual realidade de mercado, cada vez mais competitivo e exigente, as empresas, procurando sobreviver a estas mudanças, estão buscando se atualizar e inovar. A complexidade dos novos projetos, a busca incessante pela satisfação do cliente e a necessidade de se produzir com o máximo de eficiência requerem um novo tipo de gerenciamento, específico e voltado para estas realidades. O que existe hoje de mais moderno e eficiente para suprir esta demanda, são o chamado Gerenciamento de Projetos e seu conjunto de idéias e ferramentas, dentre as quais se destaca a Análise de Valor Agregado. O Gerenciamento de Projetos (e também a Análise de Valor Agregado) teve seus conceitos básicos elaborados em meados do século XX, porém, somente a partir da década de 90 é que eles passaram a ser utilizados em maior escala por empresas construtoras. Desde então, já se passaram duas décadas e apesar disso, muitas empresas ainda não conhecem tais técnicas e aquelas que conhecem ainda se deparam com dificuldades nas suas aplicações. Os objetivos deste trabalho são: conhecer os princípios do Gerenciamento de Projetos e da Análise de Valor Agregado além de apresentar recomendações para a aplicação da Análise de Valor Agregado em empreendimentos de construção civil. Para isso, foram realizadas uma revisão bibliográfica e um estudo de caso com aplicação prática da técnica. Com isso, os objetivos propostos foram atingidos e estão descritos no decorrer deste trabalho.

**Palavras-chave:** Análise de Valor Agregado, Gerenciamento de Projetos, Planejamento, Orçamento, Controle.

## SUMÁRIO

1.0	– INTRODUÇÃO .....	6
1.1	– OBJETIVOS .....	7
1.1.1	– Geral .....	7
1.1.2	– Específicos .....	7
1.2	– JUSTIFICATIVA.....	8
2.0	– METODOLOGIA .....	9
3.0	– REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
3.1	– SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....	13
3.1.1	– GRUPOS DE PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS:.....	17
3.2	– SOBRE O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	23
3.3	– SOBRE O PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	25
3.4	– SOBRE O CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	27
3.5	– ANÁLISE DE VALOR AGREGADO .....	28
4.0	– APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE VALOR AGREGADO. ....	36
4.1	– SIMULAÇÃO DE CASO – OBRA 01 .....	37
4.2	– ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DE ALVENARIA .....	42
4.2.1	– CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	43
4.2.2	– ATUALIZAÇÕES MENSAS .....	47
4.2.3	– ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	83
5.0	– RECOMENDAÇÕES PARA APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE VALOR AGREGADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	89
6.0	– CONCLUSÃO .....	91
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>

## 1.0 – INTRODUÇÃO

O mundo está passando por profundas e aceleradas mudanças sociais, econômicas e culturais. Tais mudanças estão acontecendo principalmente como conseqüências do avanço científico, do avanço tecnológico, da globalização econômica e das redefinições geopolíticas.

Na busca pela sobrevivência neste novo ambiente, as empresas, especialmente as de construção civil, estão buscando se adequar à nova realidade através de maior agilidade, adaptação às diversas situações, implantação de estratégias para ganhar o mercado e, principalmente, a capacidade de criar novos produtos e serviços que atendam aos mais variados gostos e bolsos.

É neste contexto onde entram as diversas técnicas de Gerenciamento de Projetos existentes, em especial a Análise de Valor Agregado, também conhecida como EVA (do inglês *Earned Value Analysis*), que visa dar maior qualidade no levantamento de dados, uma visão mais precisa de quando o projeto irá acabar e certa garantia de resultados positivos a empreendimento únicos, multifuncionais e temporários, como são as obras do setor da construção civil.

No Brasil, são poucas as pesquisas que tratam do uso da Análise de Valor Agregado no controle de projetos de construção civil. Algumas delas relatam dificuldades encontradas num primeiro contato com a técnica. Vargas (2000) cita algumas destas dificuldades, tais quais: a ansiedade quanto ao uso adequado da técnica, a falta de compreensão quanto o funcionamento da EVA, elevado custo para implantação da Análise de Valor Agregado, etc.

Sabendo destas e de outras dificuldades, este trabalho visa verificar o quanto as ferramentas da Análise de Valor Agregado podem preencher das lacunas deixadas por outras técnicas de Gerenciamento de Projetos no controle dos empreendimentos de construção civil, especialmente àquelas que se referem ao controle agregado de custos e prazos.

Com esta pesquisa, espera-se que possam ser amenizadas muitas destas dificuldades, aplicando soluções práticas que viabilizem o uso da EVA no gerenciamento de grande parte das obras de construção civil.

## 1.1 – OBJETIVOS

### 1.1.1 – Geral

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso é avaliar a aplicação do Gerenciamento de Projetos na construção civil através do uso das técnicas de Análise de Valor Agregado.

Este objetivo principal está desdobrado em três objetivos, descritos como Objetivos Específicos.

### 1.1.2 – Específicos

Como objetivos específicos, podemos citar:

- Conhecer os princípios do Gerenciamento de Projetos;
- Conhecer os princípios e as técnicas da Análise de Valor Agregado;
- Apresentar recomendações para aplicação da Análise de Valor Agregado em empreendimentos de construção civil.

## 1.2 – JUSTIFICATIVA

O trabalho que segue foi pensado com o intuito de aprofundar os conhecimentos acerca do Gerenciamento de Projetos, mais especificamente sobre a Análise de Valor Agregado, analisado se realmente a utilização desta técnica na indústria da construção civil é, de alguma maneira, mais vantajosa que as técnicas tradicionais.

Segundo Nascimento (2007), todo projeto envolve riscos. Sendo assim, uma avaliação antecipada das ameaças potenciais, auxilia a equipe de projetos a se preparar para conviver com essas ameaças e a minimizar seus impactos. É justamente nesta antecipação onde atua a Análise de Valor Agregado, pois, através da sua utilização, a equipe de gerenciamento pode realizar previsões confiáveis sobre os desvios finais de custo e prazo e estudar medidas e ações corretivas para atuarem nos pacotes de serviços que mais influenciam nestes desvios (para o caso de previsões negativas para o projeto).

Além disso, outra razão para a realização deste trabalho é a certeza de que o engenheiro conclui sua graduação possuindo somente o mais básico conhecimento sobre como se deve proceder para gerir recursos, tempo e pessoas. Portanto, este projeto pretende contribuir com estudantes e engenheiros, para uma maior compreensão do gerenciamento de custos e prazos, pois estaremos em contato direto com a aplicação prática da Análise de Valor Agregado e poderemos entender melhor o quanto é importante a relação entre o que se gasta, o que se produz e em quanto tempo se produz.

## 2.0 – METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para a realização deste trabalho de Conclusão de Curso. Para isso, temos a seguir o Quadro 01 que resume, de maneira ordenada, os objetivos almejados, as atividades executadas, a metodologia adotada, bem como as ferramentas e as fontes de dados que foram utilizadas para atingi-los.

Após a análise do Quadro 01, serão destrinchadas as metodologias utilizadas para a revisão literária e aquelas escolhidas para servirem de bases para o estudo de caso.

Sendo assim, baseado no Quadro 01 e nos objetivos propostos para este trabalho, foi elaborada uma lista de referências bibliográficas relativas ao tema a partir de pesquisas em bibliotecas, artigos científicos e teses em revistas e sites da internet.

Após obter tais fontes, deu-se início à busca por informações contidas nestas fontes que pudessem ser aproveitadas na revisão literária e no embasamento teórico para a realização do estudo de caso.

Para atingir o primeiro objetivo específico, buscaram-se definições que auxiliassem na compreensão não somente do Gerenciamento de Projetos em si, mas que abrangessem áreas que facilitem sua compreensão e aplicação, como conceitos de Planejamento, Orçamento e Controle de projetos na construção.

Em busca do alcance do segundo objetivo específico, foram feitas revisões literárias no sentido de buscar definições da Análise de Valor Agregado, suas ferramentas de controle, as opiniões de outros autores sobre o uso desta técnica e exemplos de sua utilização prática.

Já para atingir o terceiro e último objetivo específico, foi realizada uma simulação da aplicação da Análise de Valor Agregado com vistas a familiarizar com as ferramentas da técnica e aprender como utilizá-las antes de realmente colocá-las em prática em um projeto real. Após concluída a simulação, foi realizado um estudo de caso baseado na revisão literária e tendo como fonte de dados, um projeto de construção civil em execução, onde se escolheram pacotes de serviços específicos para a realização do controle utilizando as técnicas de Análise de Valor Agregado, pois o período de tempo disponível para a conclusão deste estudo foi bastante curto,

<b>OBJETIVO GERAL</b>	Avaliar a aplicação do Gerenciamento de Projetos na construção civil através do uso das técnicas de Análise de Valor Agregado.			
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>METODOLOGIA</b>			
	<b>ATIVIDADES</b>	<b>FERRAMENTAS</b>	<b>FONTE DE DADOS</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>
Conhecer os princípios do Gerenciamento de Projetos.	Através de revisões literárias, pesquisas em internet e artigos científicos, conhecer as teorias e as ferramentas do Gerenciamento de Projetos.	1 - Livros; 2 - Teses; 3 - Artigos; 4 - Revistas.	1 - Biblioteca; 2 - Internet.	Conhecer os princípios, os conceitos e algumas ferramentas do Gerenciamento de Projetos, bem como os conceitos de Orçamento e Planejamento na construção Civil.
	Conhecer as teorias sobre Orçamento, Planejamento e Controle na Construção, para facilitar a compreensão do Gerenciamento de Projetos.	1 - Livros; 2 - Teses; 3 - Artigos; 4 - Revistas.	1 - Biblioteca; 2 - Internet.	
Conhecer os princípios e as técnicas da Análise de Valor Agregado.	Conhecer a teoria sobre a Análise de Valor Agregado, suas ferramentas e as dificuldades de utilização, encontradas na literatura.	1 - Livros; 2 - Teses; 3 - Artigos; 4 - Revistas.	1 - Biblioteca; 2 - Internet.	Conhecer a teoria da Análise de Valor Agregado, suas ferramentas, seus índices, as dificuldades em se utilizar a técnica e as informações que um gerente conseguiria utilizando esta técnica.
	Simular o controle de uma obra utilizando a Análise de Valor Agregado.	1 - Simulação; 2 - Software.	1 - Biblioteca; 2 - Internet.	

Quadro 01 – Resumo da Metodologia do Trabalho (1/2).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGIA			
	ATIVIDADES	FERRAMENTAS	FONTE DE DADOS	RESULTADOS ESPERADOS
Apresentar recomendações para aplicação da Análise de Valor Agregado em empreendimentos de construção Civil.	Aplicar a Análise de Valor Agregado no controle da execução de alvenaria (tanto marcação quanto elevação) em um empreendimento residencial, através de um estudo de caso.	1 - Observação visual; 2 - Medições de empreiteiros; 3 - Relatórios de custos; 4 - Relatórios de prazos; 5 - Planilhas orçamentárias; 6 – Diários de Obras; 7 – Programações semanais.	1 - Visitas à obra; 2 - M.S.Project; 3 – Relatórios da Obra.	Identificar práticas que auxiliem os Engenheiros a gerenciarem suas obras com o uso da Análise de Valor Agregado, apresentando os resultados obtidos com sua utilização, bem como as dificuldades encontradas na realização desta pesquisa.
	Discutir os resultados obtidos com o estudo de caso, apresentando os mesmos, juntamente com as dificuldades encontradas e os pontos fortes e pontos fracos da Análise de Valor Agregado.			
	Apresentar recomendações para a aplicação da Análise de Valor Agregado em empreendimentos de construção Civil.			

Quadro 01 – Resumo da Metodologia do Trabalho (2/2).

inviabilizando as adequações necessárias na estrutura analítica do projeto (EAP) como um todo.

Com o apoio da alta gerência da obra em estudo, foram feitos levantamentos de quantitativos dos serviços a serem estudados, bem como a atualização do custo da mão-de-obra necessária baseada no orçamento do projeto e ajustes na EAP original da obra, para que a nova contemplasse somente os serviços em foco no trabalho.

Feitas as devidas alterações, os custos de cada tarefa da nova EAP foram lançados, juntamente com os recursos e as durações previstos, no programa MS Project<sup>®</sup> e uma Linha de Base de custos e prazos foi elaborada, com o intuito de balizar o projeto.

Com a linha de base salva, se deram início às atualizações mensais para coleta de dados referentes aos custos e aos prazos reais gastos para a execução de cada pacote de serviço e, a partir destas atualizações foram aplicadas as ferramentas da Análise de Valor Agregado no controle conjunto de custos e prazos dentro do MS Project<sup>®</sup>.

Depois de realizadas as atualizações mensais, foram discutidos os resultados de cada atualização, apontando as dificuldades e ações corretivas tomadas pela equipe de gerenciamento do projeto em estudo, além de apresentar recomendações para o uso da Análise de Valor Agregado.

### 3.0– REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo que segue, apresenta uma revisão literária sobre os principais assuntos que envolvem o tema deste trabalho. Para a composição deste capítulo, foram abordados os temas considerados de maior relevância para a compreensão da Análise de Valor Agregado: Gerenciamento de Projetos, Orçamento na Construção Civil, Planejamento e Controle na Construção Civil, e a Análise de Valor Agregado propriamente dita. Estes temas estão organizados em seções diferentes, onde são discutidos seus aspectos mais importantes, de acordo com a finalidade da pesquisa.

#### 3.1– SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

As guerras entre povos e nações são sempre muito devastadoras, tanto no sentido físico e material, quanto no sentido emocional. Porém os períodos pós-guerra são sempre muito férteis de grandes e inovadoras idéias. A partir da 2ª Guerra Mundial, novas técnicas de administração e gerenciamento surgiram em todo o mundo, apareceram projetos de grande complexidade e prazos de implantação curtos, que inseriram no dia-a-dia das empresas, os conceitos de marketing, relações humanas, qualidade e satisfação do cliente. Muitos destes conceitos e técnicas originaram e integram hoje a gama de ferramentas utilizadas e que dão suporte à Gestão de Projetos.

Segundo Kerzner (2002), da década de 50, quando as técnicas de gestão de projetos passaram a ser formalmente estudadas, consolidadas e estruturadas, até a década de 90, a gestão de projetos não passava de mais uma teoria, julgada por muitos, incipiente e arriscada, uma vez que não havia experiência na sua aplicação e a mesma era entendida como uma ameaça à estrutura organizacional existente. Somente em meados da década de 90, com a recessão econômica em vários países e com a “globalização” da economia, é que essa mentalidade começou a mudar. A necessidade de se criar produtos de qualidade, em prazos e preços cada vez menores, aliada à

necessidade de se adquirir a confiança e a satisfação dos clientes fez com que as empresas procurassem novos tipos de gerenciamento que atendessem a esses quesitos.

Mas, o que é Gerenciamento?

Segundo Michaelis (2009), gerenciamento é o ato de administrar, dirigir uma organização ou uma empresa.

Oliveira *apud* Baguley (1999) interpreta gerenciamento como sendo a capacidade de organizar pessoas e coisas de modo a gerar resultados requeridos.

As definições supracitadas, apesar de verdadeiras, são muito genéricas, o que faz com que elas possam ser aplicadas em qualquer área ou tipo de atividade. Para este trabalho, o foco será num tipo de gerenciamento que está se tornando cada vez mais conhecido e aprovado, nos mais diversos ramos de atividade e nas mais variadas dimensões de empresas. Iremos tratar do Gerenciamento de Projetos (GP).

Para compreendermos Gerenciamento de Projetos, além das definições de gerenciamento, precisamos também saber dos conceitos de projeto.

De acordo com a norma ISO 10006 (Diretrizes para Qualidade de Gerenciamento de Projetos), projeto é um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com data para início e término, que é a chave para se determinar se realmente estamos em um projeto.

Vargas (2000) afirma que projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma seqüência lógica e clara de eventos, com início, meio e fim, e que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas e regulado por parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos e qualidade.

Segundo o PMBOK Guide (2004), projeto é um empreendimento temporário para criar um produto, serviço ou resultado único.

Projeto, portanto, pode ser definido como um esforço único que irá produzir um novo produto ou serviço que estará de acordo com alguma especificação. Este esforço é balizado por alguns parâmetros que incluem tempo, recursos e orçamentos fixos.

O que podemos perceber após lermos estas definições é que, para que um projeto esteja bem definido, este deve possuir alguns parâmetros bastante claros, tais quais: escopo, tempo e custo. Logo, se estivermos envolvidos na execução de um produto ou serviço que não possua data de início e fim e/ou quantidade de recursos a serem utilizados definidos, é provável que não estejamos tratando de um projeto em si.

O PMI<sup>®</sup> (*Project Management Institute*), criado em 1969, foi o primeiro órgão que agrupou e consolidou em um só documento todos os conceitos e idéias da Gestão de Projetos. Este documento é, sem dúvida, a referência mais clássica que se pode encontrar para o Gerenciamento de Projetos, ele é mais conhecido como PMBoK<sup>®</sup> (*Project Management Body of Knowledge*) e é divulgado pelo PMI<sup>®</sup> desde 1987.

No Brasil, atualmente, poucas empresas possuem uma organização totalmente voltada para projetos. De um modo geral, as empresas de Construção Civil, Telecomunicações e Energia são as que adotam com mais frequência este tipo de organização. Porém o que se vê por aqui é que já existe uma forte tendência de divulgação aberta dos conceitos de Gerenciamento de Projetos, isso, aliado ao fato de que aqui foi um dos primeiros locais, fora dos EUA, a possuir uma entidade afiliada ao PMI, faz com que a demanda pelo conhecimento e por cursos específicos aumente bastante e projete um crescimento virtuoso para esta técnica e suas tecnologias.

Vargas (2000) afirma que o Gerenciamento de Projetos não traz nenhuma “novidade” científica, mas sim um rearranjo estruturado e lógico dos processos e técnicas já existentes, no intuito de atender com maior eficácia eventos únicos, complexos e dinâmicos.

Segundo Aldabó (2001), Gerenciamento de Projetos são o planejamento, a programação e o controle das atividades para atingir os objetivos do projeto. Ainda segundo este, a diferença entra Gerenciamento de Projetos e gerência de modo geral é que um projeto é executado apenas uma vez, enquanto a maioria das tarefas é repetitiva.

Outra definição de Gerenciamento de Projetos, não menos interessante e assertiva, é a dada por NASCIMENTO (2007) quando afirma que se trata de uma mistura de pessoas, sistemas, técnicas e tecnologias necessárias para conduzir o

projeto ou programa a uma conclusão bem sucedida, dentro do prazo, orçamento e restrições de desempenho.

Segundo Nascimento (2007), o gerenciamento de projetos pode ser considerado bem sucedido quando os objetivos do projeto são alcançados dentro do prazo e custo estabelecidos, utilizando de forma eficiente e efetiva os recursos e tecnologias alocados ao projeto e, com a aceitação do cliente. Porém ele cita algumas dificuldades para se atingirem estes objetivos como, por exemplo, a complexidade do projeto, mudanças de escopo, riscos em geral, tendências de planejamento e preços, etc.

De maneira similar, ao abordar o gerenciamento de projetos, o PMI<sup>®</sup> ressalta a importância do gerenciamento de riscos, salientando que os gerentes de projetos também gerenciam projetos em respostas às incertezas, sendo que os riscos são eventos ou condições incertas que, se ocorrerem, terão efeitos positivos ou negativos em pelo menos um dos objetivos do projeto (PMBOK, 2004).

Para este trabalho, o Gerenciamento de Projetos é definido como: a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas específicas com o intuito de organizar pessoas e coisas na realização das atividades únicas e limitadas que compõem um projeto, buscando sempre minimizar os riscos existentes de modo a gerar os resultados requeridos, ou até mesmo superá-los.

Para equacionar tantos riscos e dificuldades em se atingir os objetivos dos projetos e, principalmente, para superá-los, o PMBOK GUIDE (2004) nos apresenta cinco grupos de processos de gerenciamento de projetos. O gerenciamento de projetos é realizado através destes processos, utilizando conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas de gerenciamento de projetos que recebem entradas (insumos) e geram saídas (produtos).

A ABNT (2000, p.3) citada por NASCIMENTO (2007), define processo como um grupo de recursos e atividades inter-relacionadas, que transformam insumos em resultados.

De acordo com o PMBOK GUIDE (2004), os 5 grupos de processos de gerenciamento são:

- Grupos de processos de iniciação;
- Grupos de processos de planejamento;
- Grupos de processos de execução;
- Grupos de processos de monitoramento e controle;
- Grupos de processos de encerramento.

Para melhor compreendermos estes grupos de gerenciamento de projetos, foi realizada uma pesquisa sobre suas definições básicas, os processos que estão envolvidos em cada grupo, as formas como eles interagem e as principais funções do gerenciamento de projetos. Os resultados desta pesquisa estão descritos no subitem a seguir.

### 3.1.1 – GRUPOS DE PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS:

Um processo, conforme definido pelo PMBOK (2004), é “um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas realizadas para obter um conjunto pré-especificado de produtos, resultados ou serviços”.

Os processos de gerenciamento de projetos são comuns à maioria dos projetos na maior parte do tempo. São associados entre si através de seu desempenho, objetivando um propósito integrado (PMBOK, 2004).

De acordo com o PMBOK (2004), os grupos de gerenciamento de projetos estão ligados pelos objetivos que produzem. Em geral, as saídas de um processo se tornam entradas para outro processo ou são entregas do projeto. Além disso, os grupos de processos raramente são eventos distintos ou únicos; eles são atividades sobrepostas que ocorrem em diversos níveis de intensidade durante todo o projeto. Esses cinco grupos de processos possuem dependências claras e são executados na mesma seqüência em todos os projetos, sendo, portanto independentes dos campos de aplicação ou do foco do setor. A Figura 1 ilustra os processos e seus relacionamentos.

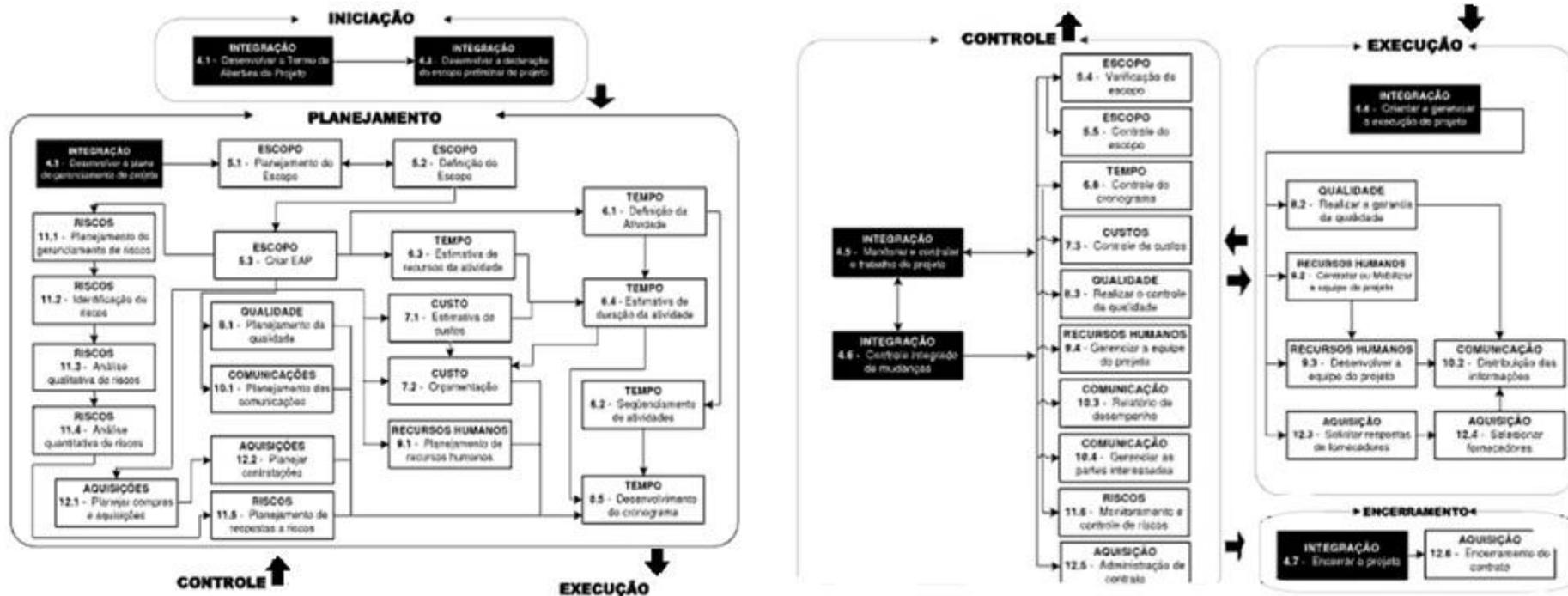


Figura 1 - Grupos de Processo do Gerenciamento de Projetos.

Vargas, 2008

Segundo Vargas (2008), uma visão global simplificada do gerenciamento de projetos aborda os 44 processos, conforme ilustrado na Figura 2, em diferentes áreas de conhecimento.



Figura 2 – Áreas de conhecimento da visão global do Gerenciamento de Projetos.

FONTE: VARGAS 2008

Abaixo segue uma abordagem sobre os grupos de processos do gerenciamento tratados no PMBOK 2004. Nesta abordagem, traremos uma definição geral de cada grupo, os processos que ele engloba e, descrito entre parênteses, a área de conhecimento correspondente onde cada processo se encaixaria na visão global do Gerenciamento de Projetos.

**I. – Grupo de processos de iniciação:** é constituído pelos processos que definem e autorizam o projeto ou uma de suas fases. Estes processos são:

- – Desenvolver o termo de abertura do projeto. (Integração)
- – Desenvolver a declaração do escopo preliminar do projeto. (Integração)

**II. – Grupo de processos de planejamento:** define e refina os objetivos, planejando a ação necessária para alcançar os objetivos e o escopo para o qual o projeto foi empreendido. Alguns destes processos são:

- – Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto. (Integração)
- – Planejamento do escopo. (Escopo)

- – Definição do escopo. (Escopo)
- – Criar EAP. (Escopo)
- – Definição da atividade. (Tempo)
- – Seqüenciamento de atividades. (Tempo)
- – Estimativas de recursos da atividade. (Tempo)
- – Estimativa de duração da atividade. (Tempo)
- – Desenvolvimento do cronograma. (Tempo)
- – Estimativas de custos. (Custos)
- – Orçamentação. (Custos)
- – Planejamento da qualidade. (Qualidade)
- – Planejamento de recursos humanos. (Recursos Humanos)
- – Planejamento das comunicações. (Comunicações)
- – Planejamento do gerenciamento de riscos. (Riscos)
- – Identificação de riscos. (Riscos)
- – Análise quantitativa de riscos. (Riscos)
- – Planejamento de respostas a riscos. (Riscos)
- – Planejar compras e aquisições. (Aquisições)
- – Planejar contratações. (Aquisições)

**III. – Grupo de processos de execução:** é constituído pelos processos usados para terminar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto a fim de cumprir os requisitos do projeto. O Grupo de processos de execução inclui os seguintes processos de gerenciamento de projetos:

- – Orientar e gerenciar a execução do projeto. (Integração)
- – Realizar a garantia da qualidade. (Qualidade)
- – Contratar ou mobilizar a equipe do projeto. (Recursos Humanos)
- – Desenvolver a equipe do projeto. (Recursos Humanos)
- – Distribuição das informações. (Comunicação)

- – Solicitar resposta de fornecedores. (Aquisição)
- – Selecionar fornecedores. (Aquisição)

**IV. – Grupo de processos de monitoramento e controle:** regularmente mede e monitora o progresso, para identificar variâncias em relação ao plano de gerenciamento do projeto, afim de que sejam tomadas, quando necessárias, ações corretivas para alcançar os objetivos do projeto. Este monitoramento contínuo permite que a equipe de projeto tenha uma visão clara da saúde do projeto e destaca as áreas que exigem atenção adicional. O grupo de processos de monitoramento e controle inclui os seguintes processos de gerenciamento de projetos:

- – Monitorar e controlar o trabalho do projeto. (Integração)
- – Controle integrado de mudanças. (Integração)
- – Verificação do escopo. (Escopo)
- – Controle do escopo. (Escopo)
- – Controle do cronograma. (Tempo)
- – Controle de custos. (Custos)
- – Realizar o controle da qualidade. (Qualidade)
- – Gerenciar a equipe do projeto. (Recursos Humanos)
- – Relatório de desempenho. (Comunicação)
- – Gerenciar as partes interessadas. (Comunicação)
- – Monitoramento e controle de riscos. (Riscos)
- – Administração de contrato. (Aquisição)

**V. – Grupo de processos de encerramento:** formaliza a aceitação do produto, serviço ou resultado, conduzindo o projeto ou uma de suas fases a um final ordenado. O Grupo de processos de encerramento inclui os seguintes processos de gerenciamento de projetos:

- – Encerrar o projeto. (Integração)
- – Encerramento do contrato. (Aquisição)

Dentre as áreas de conhecimento e os processos envolvidos no gerenciamento de projetos, destacam-se o Escopo, o Tempo, o Custo e a Qualidade.

O Escopo do projeto é a base de toda execução do projeto, nele encontra-se a definição do trabalho necessário para concluir o projeto, serve como ponto de referência para que o trabalho não seja desviado dos seus objetivos. Havendo uma verificação do escopo do projeto ao final de todas as fases e na entrega dos principais produtos finais do projeto. Um escopo mal definido gera problemas em todos os processos do projeto, principalmente na gestão dos custos, no planejamento, no controle, entre outros. No desenvolvimento do escopo, convém que as características do produto do Projeto sejam identificadas e documentadas da forma mais completa possível em termos mensuráveis, para utilização como base para a concepção e desenvolvimento do Projeto (SANTOS, *et al.* 2009).

A gerência da variável Tempo visa estabelecer uma data de início e fim das atividades desenvolvidas, descrevendo os processos e garantindo que sejam cumpridos os prazos definidos em um cronograma de atividades.

A variável Custos do projeto junto com o Tempo são as áreas de maior exigência no projeto, fundamentalmente, consiste nos custos dos recursos necessários à implantação das atividades do projeto, é necessário para assegurar que o projeto seja concluído dentro de um orçamento estabelecido. Custo e Escopo relacionam-se fortemente, pois dependem do entendimento claro dos requisitos do usuário para ser estimado com precisão. O controle dos Custos associa-se às influências dos fatores que criam mudanças na meta de custo, garantindo que essas mudanças não prejudiquem o andamento do projeto, assim como gerenciar as mudanças reais.

A Qualidade do Projeto também entra como uma área nos processos, e a Gestão da Qualidade visa garantir que o projeto seja concluído com a garantia da satisfação das necessidades de todos os envolvidos. A Qualidade apresenta algumas características como: Defeito Zero, Garantia da satisfação do cliente, Melhoria contínua, entre outros

A Análise de Valor Agregado se propõe a abordar, simultaneamente, todos os processos envolvidos em dois destes grupos de processos: do Grupo de processos de planejamento e no Grupo de processos de monitoramento e controle. Mais

especificamente, esta abordagem gira em torno das áreas de conhecimento tempo e custo (Figura 2).

Segundo o PMBOK Guide (2004), o controle do tempo está relacionado à determinação do andamento atual do cronograma do projeto, ao controle dos fatores que criam mudanças no cronograma, à determinação de que o cronograma do projeto mudou e ao gerenciamento das mudanças conforme elas efetivamente ocorrem.

Já o gerenciamento de custos do projeto pede, para ser considerado eficiente, um controle de custos que envolva, conforme o Guia PMBOK (2004): o controle dos fatores que criam mudanças na linha de base dos custos, a garantia de que houve um acordo em relação às mudanças solicitadas, o monitoramento das mudanças reais quando e conforme ocorrem, a garantia de que os possíveis estouros nos custos não ultrapassem o financiamento autorizado periodicamente e no total para o projeto, o monitoramento do desempenho de custos para detectar e compreender as variações em relação à linha de base dos custos, o registro exato de todas as mudanças adequadas em relação à linha de base de custos, precisa também evitar que mudanças incorretas, inadequadas ou não aprovadas sejam incluídas nos custos relatados ou na utilização de recursos, além de informar às partes interessadas sobre as mudanças aprovadas e agir para manter os estouros nos custos esperados dentro dos limites aceitáveis.

A seguir, serão apresentados os conceitos referentes à Planejamento, Controle e Orçamento na construção civil, apresentando definições e as principais características de cada um, visando introduzir os temas para discussão.

### 3.2– SOBRE O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na engenharia, de um modo simplista, pode-se dizer que orçamento é o levantamento dos custos para executar uma obra ou um empreendimento. Quanto mais detalhado for o orçamento, mais ele se aproximará do custo real (BELTRAME, 2007).

É importante ressaltar que todo e qualquer empreendimento, nos dias atuais, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante

exigente, requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Para a realização deste trabalho, iremos adotar a definição de orçamento dada por Coelho (2001) citado por Knolseisen (2003), onde afirma que os orçamentos para obras de construção civil compreendem o levantamento da quantidade de serviços, seus respectivos preços unitários e os preços globais do investimento. Knolseisen (2003) complementa o raciocínio afirmando que o orçamento deve ser apresentado numa planilha onde consta a descrição dos serviços com suas respectivas unidades de medidas e quantidades, composição dos preços unitários envolvendo mão-de-obra e materiais, preço unitário de cada serviço e, preferencialmente, o valor total por item e o valor global da obra.

Para a realização dos levantamentos de custos necessários para a elaboração do orçamento, de um modo geral, é necessário realizar uma quantificação dos insumos necessários, da mão de obra (incluindo encargos sociais) e dos equipamentos que serão utilizados para a execução de todos os serviços. Também se deve estimar a duração da obra e cotar os preços de cada item do levantamento. Estes custos citados anteriormente são chamados de custos diretos. Há também os custos indiretos, que são aqueles referentes à administração, impostos dentre outros (KERN, 2004).

Em relação às estimativas de custos indiretos, tradicionalmente é utilizada uma taxa percentual, amplamente conhecida por BDI (Benefício e Despesas Indiretas) que incide sobre o custo direto da obra para cobrir o lucro e os custos indiretos (DIAS, 2003, citado por CONCEIÇÃO, 2009).

Uma análise a ser realizada é com relação ao grau de influência que os custos diretos e indiretos têm sobre, por exemplo, a concorrência para uma licitação. Quando um orçamento de determinado projeto é elaborado, os custos diretos para a realização deste empreendimento são basicamente os mesmos para qualquer empresa, pois as quantidades de serviços, as especificações e os tipos de materiais a serem utilizados e os custos da mão de obra envolvida diretamente nos serviços sofrem muito poucas variações de empresa para empresa. Porém, os custos de administração, tempo para conclusão do projeto e, porque não, alimentação e transporte podem sofrer alterações

suficientemente grandes a ponto de decidir qual será a empresa ganhadora da concorrência.

É importante salientar que o orçamento e o planejamento do projeto devem estar integrados, fazendo com que tenham a mesma base, ou seja, cada item do orçamento deve estar detalhado e planejado, ao passo que, cada atividade planejada deve ter seu custo orçado. Para a indústria da construção civil, o planejamento invariavelmente passa pela elaboração de orçamentos (BELTRAME, 2008). Vistas as definições e considerações sobre orçamento na construção civil, passemos agora a abordar sobre planejamento na construção civil.

### 3.3– SOBRE O PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Planejamento pode ser definido como o processo de desenvolvimento de alternativas e escolha de uma dentre as várias identificadas, de acordo com determinados critérios, visando à consecução de determinado objetivo futuro (BIO, 1985, citado por BERNARDES, 1997).

Planejamento é também definido por Limmer (1997), citado por Conceição (2009), como um processo por meio do qual se estabelecem objetivos, discutem-se as expectativas de ocorrências de situações previstas, veiculam-se informações e comunicam-se resultados pretendidos.

Existem muitas definições de planejamento na literatura. Neste trabalho, utilizaremos o conceito dado por Formoso (2001), quando afirma que o planejamento é definido como um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em conjunto com o controle. Assim, pode-se afirmar que não existe a função controle sem planejamento e que o planejamento é praticamente inócuo se não existe controle.

Os empreendimentos de construção civil são bastante complexos, sendo necessário, em geral, dividir seu planejamento (aliado ao controle da produção) em

diferentes níveis hierárquicos. De maneira geral temos definidos três principais níveis hierárquicos que, de acordo com Formoso (2001), são:

**Estratégico** ou de **longo prazo**: refere-se à definição dos objetivos do empreendimento a partir do perfil do cliente. Envolve o estabelecimento de algumas estratégias para atingir os objetivos do empreendimento, tais como a definição do prazo da obra, fontes de financiamento, parcerias, etc. Por fim, é um nível pouco detalhado.

**Tático** ou de **médio prazo**: envolve, principalmente, a seleção e aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento (por exemplo, tecnologia, materiais, mão de obra, etc.), e a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos. Para este nível, considera-se uma janela móvel de tempo, dentro da qual os pré-requisitos das tarefas vão sendo gradativamente satisfeitos, com o objetivo de garantir as condições necessárias à realização das mesmas. Resumindo, é neste nível onde a equipe de gerenciamento irá remover as restrições para o bom andamento do projeto.

**Operacional** ou de **curto prazo**: relacionado, principalmente, à definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momento de execução. Tem o papel de orientar diretamente a execução da obra e, em geral, é realizado em ciclos semanais. Cabe destacar que, somente as tarefas realmente exequíveis devem fazer parte desta “programação semanal”, afim de que a mesma seja considerada confiável e possa ter uma seqüência.

Outro aspecto relevante quanto ao Planejamento de um projeto, diz respeito ao grau de detalhamento das informações transmitidas por cada um dos níveis hierárquicos, bem como por suas divisões. Se as informações são excessivamente detalhadas, o tomador de decisão tem dificuldade em compreendê-las e se gasta muito tempo disseminando e atualizando as mesmas. Se o plano é gerado sem o nível de detalhe necessário, não se consegue utilizá-lo para cumprir a sua função básica que é orientar a execução (FORMOSO, 2001).

No decorrer deste capítulo, vimos algumas vezes a palavra controle ser citada como sendo indispensável para um bom funcionamento do planejamento. Mas o que

realmente vem a ser o controle na construção civil? É em busca desta resposta que iremos ao longo do próximo capítulo.

### 3.4– SOBRE O CONTROLE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Beltrame (2008) define controle, sob o ponto de vista de uma obra de construção, como sendo o processo pelo qual o engenheiro responsável verifica se os recursos necessários à execução de determinado serviço estão sendo obtidos e utilizados com eficiência e de acordo com o planejado. Por recursos, entendem-se os materiais e insumos, assim como a mão-de-obra.

Novais (2000) conceitua controle como sendo o processo para lidar com as variáveis, significando que os planos precisam ser revistos. Entende-se por variáveis tudo aquilo que pode contribuir para que um plano não se realize.

Slack et al (1997) define controle como um conjunto de ações que visam o direcionamento do plano. Inclui, também, o monitoramento das atividades realizadas, a comparação com o que foi planejado e as ações para providenciar as mudanças necessárias de realinhamento do plano.

Alguns dos resultados mais importantes que esperamos do controle de prazos e de custos são determinar a causa de uma variação no orçamento e no cronograma do projeto, a extensão da variação e decidir se a mesma exige ações corretivas. A técnica da Análise de Valor Agregado utiliza a linha de base dos custos e dos prazos contidas no plano de gerenciamento do projeto para avaliar o andamento do projeto e a extensão das variações que ocorrem (Guia PMBOK, 2004).

O capítulo a seguir busca compreender melhor esta técnica que, a princípio, consegue aliar a gerência de custos do projeto e seu controle de prazos. Basicamente, a Análise de Valor Agregado compara o custo orçado do trabalho realizado (valor que será realmente agregado ao projeto analisado), baseado no valor de orçamento original, com o custo orçado do trabalho agendado (valor que foi planejado para ser gasto na realização do projeto) e com o custo real do trabalho realizado (o que

realmente foi gasto para a realização do projeto, incluindo retrabalhos, tempo ocioso e demais tarefas ou serviços que não agregam valor ao produto). Ela integra as medidas de cronograma, custos (ou recursos) e escopo do projeto para ajudar a equipe de gerenciamento a avaliar o desempenho do projeto. Para esta melhor compreensão, o capítulo trará algumas definições da técnica, os significados de seus índices e dados de entrada e saída, dicas de como utilizá-la, opiniões de estudiosos sobre suas possíveis vantagens e desvantagens e alguns exemplos de sua utilização.

### 3.5– ANÁLISE DE VALOR AGREGADO

A gestão de um projeto pode ser considerada de sucesso quando o mesmo é finalizado dentro do prazo, com o menor custo possível, com a melhor qualidade, sem acidentes, entre outros. Porém, a realização de um projeto envolve atividade complexas e dinâmicas que acabam por gerar várias dificuldades para que estas condições determinantes do sucesso ocorram.

Segundo Giacometti et al. (2007), enquanto os problemas encontrados ao longo da execução de um projeto forem tratados de maneira estática, atrasos e custos não desejados ocorrerão. Além disso, ele afirma ainda que uma alegação freqüente por parte dos gestores é a de que estes só conseguem perceber a magnitude real de tais problemas em estágios já avançados de progresso, quando, na maioria das vezes, já não conseguem tomar ações corretivas em tempo de evitar o fracasso do projeto.

A técnica de Gerenciamento de Projetos que mais se dispõe a oferecer o dinamismo necessário para o gerenciamento de prazos e de custos e a informar aos gerentes a todo o momento sobre o andamento físico e financeiro do projeto é a chamada Análise de Valor Agregado (EVA – do inglês *Earned Value Analysis*).

Segundo Bower (2007), o Project Management Institute (PMI) define a EVA como uma técnica de gerenciamento que integra escopo, planejamento e recursos, com o objetivo de medir o progresso e o desempenho do projeto.

ROVAI; TOLEDO (2002) *apud* GIACOMETTI et al. (2007), afirma que a análise de valor agregado é uma técnica de controle que permite avaliar, em qualquer

momento, a performance de prazos, custos e escopo do projeto: comparando os prazos planejados para o cumprimento de tarefas (linha de base) com as tarefas efetivamente realizadas (valor agregado) e também dentro da perspectiva de custos planejados x custos efetivamente incorridos.

Análise de Valor Agregado é uma técnica de gerenciamento que fornece uma medida quantitativa do andamento do projeto (FLEMING *apud* Ballard, 2008). Ela envolve o custo utilizado e as horas trabalhadas nos vários serviços realizados no projeto e por isso fornece resultados de qualidades superiores àqueles encontrados utilizando controles de prazos e custos independentemente; estes resultados medem o progresso do trabalho e identifica furos de prazos e de orçamentos serviço a serviço (Ballard, 2008).

EVM – Earned Value Management (Gerenciamento do Valor Agregado) é, então, uma técnica de gerenciamento de projetos que nos permite analisar através de um conjunto de variáveis básicas relativas ao nosso projeto, como está o seu andamento físico, como realmente estamos com relação aos custos do projeto, quanto provavelmente vamos gastar com o projeto se o mesmo continuar no mesmo ritmo, etc.

Para utilizar gerenciamento de valor agregado em projetos, é importante seguir alguns processos essenciais a qualquer projeto:

- Definição e elaboração de escopo do projeto, incluindo EAP – Estrutura Analítica do Projeto detalhado;
- Elaboração do cronograma, partindo da EAP, de modo a identificar a distribuição das atividades no tempo;
- Estimativa de custos, alocando os recursos nas atividades do projeto e calculando os orçamentos de cada um dos pacotes de trabalho do projeto, com base na sua duração e carga de trabalho dos recursos atribuídos (Vargas, 2008);
- Estabelecer uma previsão-base (Linha de base) de custos e prazos que constituirá o conjunto de valores para o projeto (COTA) (Vargas, 2008);
- Monitoramento do projeto após a sua iniciação.

Uma vez que os processos para utilização da técnica tenham sido seguidos, é possível realizar previsões, partindo dos conceitos básicos, acompanhando o andamento, coletando os dados necessários e aplicando fórmulas.

Segundo Ballard (2008), os dados coletados para análise podem ser divididos em três categorias: Custo Real do Trabalho Realizado (CRTR), Custo Orçado para o Trabalho Realizado (COTR), e Custo Orçado para o Trabalho Agendado (COTA). Ainda segundo o autor, como o objetivo principal da Análise de Valor Agregado é o de realizar um monitoramento integrado do progresso do custo e do prazo do projeto, deve ser realizado também um monitoramento das variações de custo e de prazo, portanto, as variáveis relevantes da EVA são: Variação de Custos (VC) e Variação de Prazo (VP). Tais variações, segundo o PMBOK Guide (2004), indicam se o trabalho está, ou não, sendo realizado conforme planejado em algum momento determinado.

Ballard (2008) traz ainda as definições de cada uma das categorias e das variáveis da EVA, que podem ser vistas abaixo:

**Custo Real do Trabalho Realizado (CRTR):** é o custo real incorrido para os trabalhos concluídos. É o valor efetivamente gasto para se concluir um trabalho/atividade do projeto. É geralmente fornecido em termos financeiros ou de horas trabalhadas em um período de tempo.

**Custo Orçado para o Trabalho Realizado (COTR):** é o valor agregado previsto, estimado, ou simplesmente orçado para um determinado trabalho já realizado. É o quanto a realização de determinada tarefa ou serviço trouxe de avanço efetivo para o projeto como um todo. Em outras palavras, é o Valor Agregado.

**Custo Orçado para o Trabalho Agendado (COTA):** é exatamente o valor monetário previsto para cada tarefa do projeto a ser realizado que, somados, dá o valor total orçado para o projeto.

**Variação de Custos (VC):** é a diferença entre o valor agregado (COTR) e o custo real (CRTR).

$$VC = COTR - CRTR$$

Este valor é geralmente utilizado como indicador de desempenho, ou seja, da medida do progresso do projeto em termos de custos, representando-se essa variação por meio de duas curvas “S”, uma para o andamento do custo planejado (valor

agregado) e outra para o andamento do custo real (LIMMER, 1997 *apud* CONCEIÇÃO, 2009).

**Varição de Prazos (VP):** é a diferença entre o valor agregado (COTR) e o valor planejado (COTA).

$$VP = COTR - COTA$$

O Guia PMBOK (2004) afirma a quantidade de variações nos valores de VC e VP tende a diminuir conforme o projeto atinge o término devido ao efeito de compensação decorrente de mais trabalho sendo realizado.

Além destas variáveis citadas acima, Giacometti et al. (2007) apresenta outras definições que podem ser de grande importância no estudo de caso que será realizado para embasar este trabalho. Tais definições seguem abaixo:

**Varição de Tempo (VT):** é a diferença, em termos de tempo, entre o valor agregado (COTR) e o valor planejado (COTA). É encontrado graficamente pela projeção da curva de COTR, encontrando a data em que o COTA agrega o mesmo valor de COTR. A diferença entre a data de referência e a data em que COTA agrega o mesmo valor que COTR representa o atraso ou adiantamento do projeto.

**Varição Final dos Custos (VFC):** é a diferença entre o custo orçado final (BAC - *budget at completion*), obtido através da linha de base do projeto e o custo projetado final (EAC - *estimated at completion*), obtido dividindo-se o BAC pelo CPI, que será definido no decorrer deste capítulo.

$$VFC = BAC - EAC$$

**Varição Final dos Prazos (VFP):** é a diferença entre o término projetado (TAC - *time at completion*) do projeto e o término previsto originalmente (PAC - *planned at completion*).

$$VFP = TAC - PAC$$

**Índice de Performance de Cronograma (SPI – do inglês *Schedule Performance Index*):** é a relação entre o valor agregado (COTR) e o valor planejado (COTA) em uma determinada data. O SPI mostra a taxa de conversão do valor previsto em *earned value* até a referida data. Um SPI igual a 1 indica que o valor planejado foi integralmente agregado ao projeto. Se o SPI for menor que 1, o projeto

está atrasado. Se o SPI for superior a 1, o projeto está adiantado. Resumindo, este índice pode ser compreendido como a velocidade, relativa ao previsto, que o projeto está sendo executado.

**Índice de Performance de Custo (CPI – do inglês *Cost Performance Index*):** é a relação entre o valor agregado (COTR) e o custo real do projeto (CRTR). O CPI mostra a taxa entre os valores reais consumidos e os valores agregados no mesmo período. Analogamente ao SPI, um CPI igual a 1 indica que o valor gasto pelo projeto foi integralmente agregado ao projeto (o projeto está dentro do orçamento previsto). Se o CPI for menor que 1, o projeto está gastando mais do que o previsto (provavelmente haverá sobre-custo ao final do projeto). Se o CPI é superior a 1, o projeto está custando abaixo do orçamento previsto.

Vargas (2008) descreve a sistemática da Análise de Valor Agregado na Figura 3.

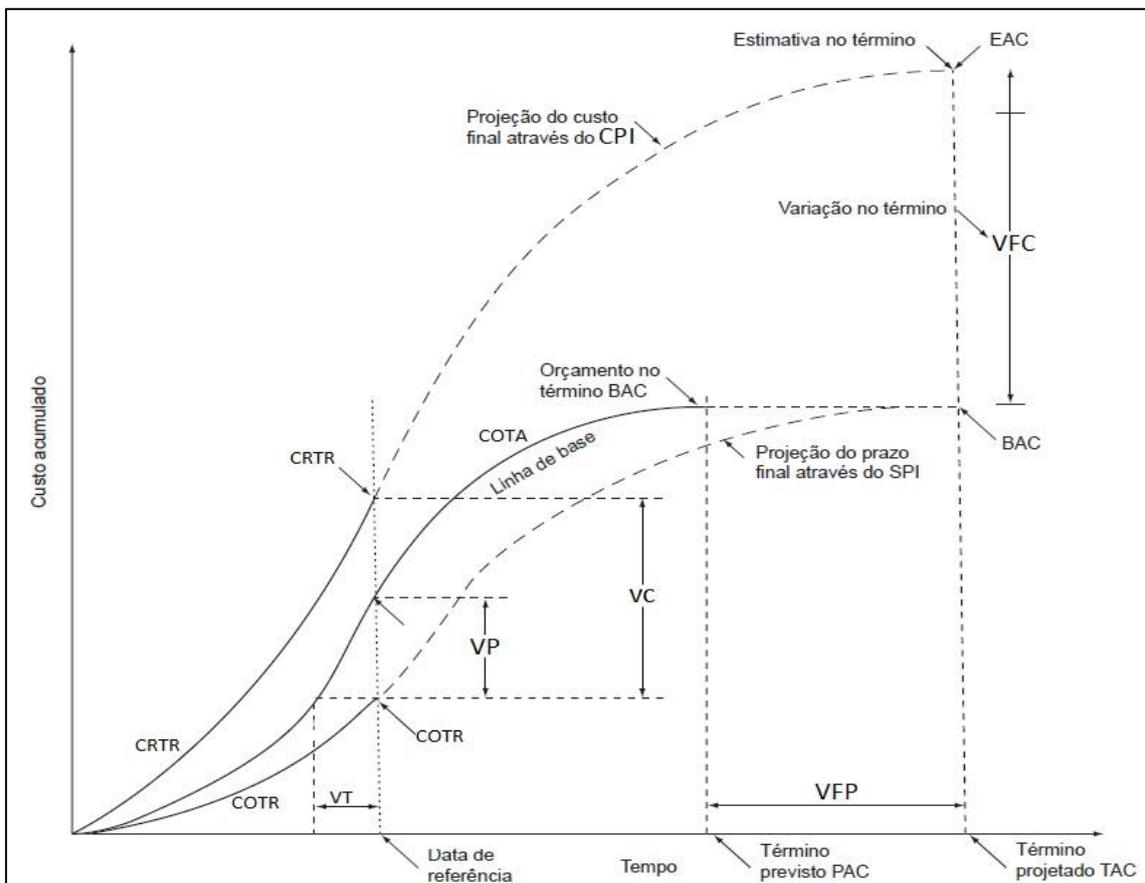


Figura 3 - Análise de Valor Agregado com projeções e tendências dos prazos finais e custos finais

FONTE: VARGAS (2008).

Ao observarmos este gráfico, podemos perceber que nele temos a curva referente à linha de base do orçamento (COTA) que percorre todo o período planejado do projeto, a curva dos custos reais incorridos (CRTR) e a curva do valor que foi agregado até uma determinada data (COTR). Giacometti et al. (2007) afirma que, em um caso ideal, a curva de custos reais e a curva de valor agregado deveriam se sobrepor exatamente à curva do orçamento. Isto representaria um desempenho de custos e prazos 100% igual ao planejado para o projeto. Sabendo, entretanto, que isto é muito difícil de ocorrer na realidade, a idéia é que se considere sempre a curva do orçamento como uma referência e um objetivo a ser perseguido, tanto em termos de custos como de prazos.

A Análise de Valor Agregado pode fornecer as previsões e estimativas baseadas em três tipos de métodos: análise pelo método Otimista, análise pelo método do Valor Mais Provável (ou método Realista) e a análise pelo Método Pessimista. Estes métodos e suas características principais estão descritos a seguir.

**I – Método Otimista de previsão:** Segundo o método otimista, a diferença do cumprimento do cronograma ou a diferença de custos não constitui uma tendência de comportamento e pode ser considerada como um desvio de percurso que impactará nas novas tarefas apenas alterando a data de seu início (Silva, 2008). Em suma, as diferenças nos prazos ou nos custos, com relação aos previstos continuarão constantes até o final do projeto (Figura 4).

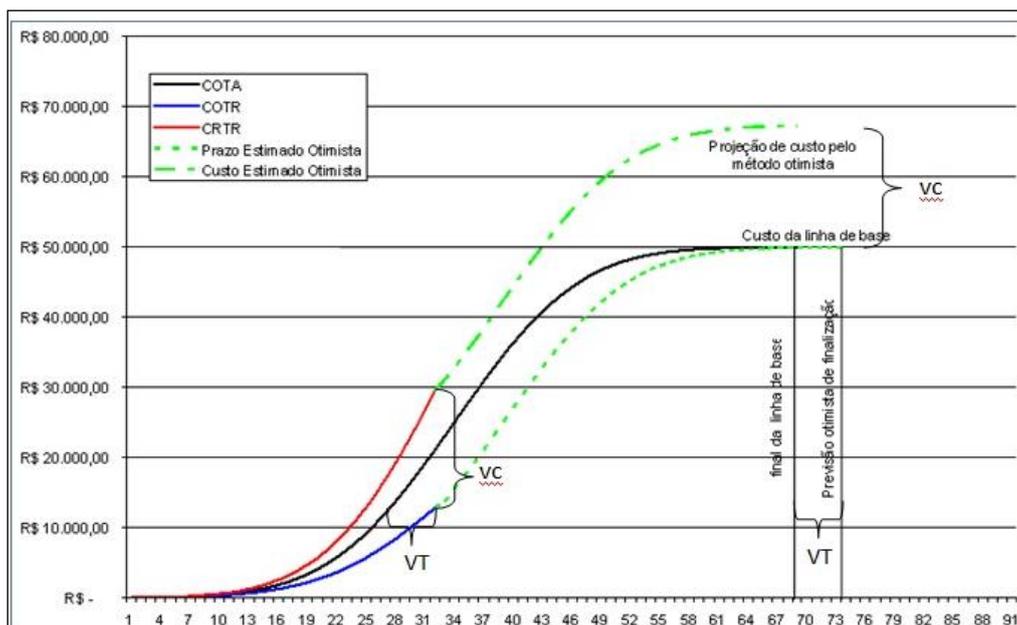


Figura 4 - Ilustração método Otimista.

FONTE: SILVA, 2008

**II – Método do Valor Mais Provável:** O método do valor mais provável, ou realista, prevê que a velocidade ou efetividade dos custos do projeto continuarão com a mesma taxa de desvio que apresentam na medição mais recente, ou seja, o SPI e CPI permanecerão constantes durante o término do projeto (Silva, 2008), iguais àqueles apresentados na medição mais recente realizada no empreendimento (Figura 5).

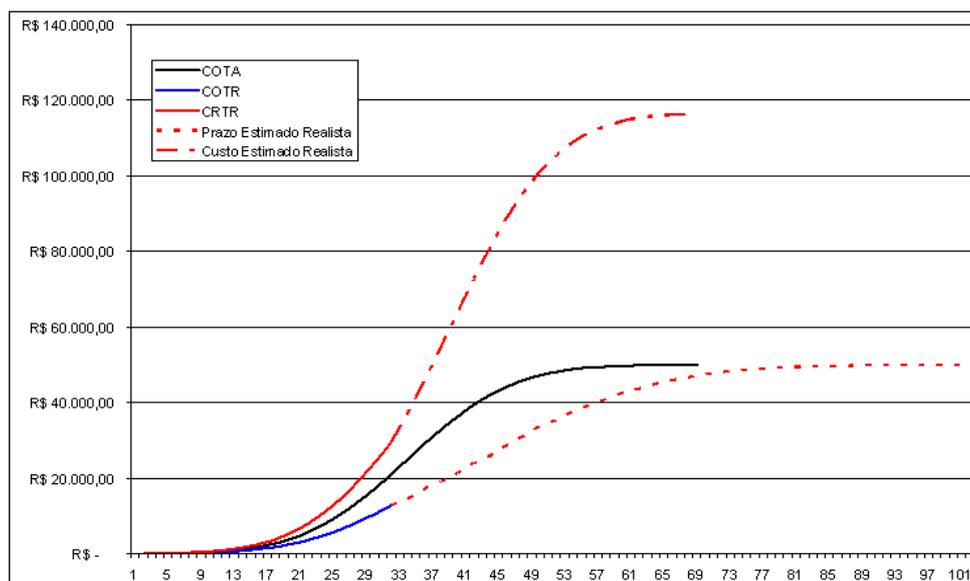


Figura 5 – Ilustração do método mais provável (Método Realista).

FONTE: SILVA, 2008

Este é o método que será utilizado no decorrer deste trabalho, por acreditarmos que ele fornece as previsões que mais se aproximam da realidade de um projeto em execução.

**III – Método Pessimista:** Embora não seja o método mais usual, o método pessimista parte do pressuposto que as pessoas envolvidas no projeto colocarão mais empenho em um projeto que está atrasado, aumentando o custo na forma de horas extras e de maior mobilização de pessoal, de forma a tentar reverter um quadro de atraso. Considera-se, então, que o custo do projeto será dado pela multiplicação do CPI pelo SPI, cujo nome é SCI (Scheduled Cost Index).

A seguir, serão apresentados estudos práticos da aplicação desta técnica (Análise de Valor Agregado) em projetos de construção civil, com o intuito de verificar os pontos positivos e os negativos destas aplicações e poder fazer recomendações acerca desta aplicação.

## 4.0 – APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE VALOR AGREGADO.

Este capítulo foi elaborado com o intuito de aplicar as técnicas de Análise de Valor Agregado em projetos de construção Civil, analisar os resultados obtidos, identificar pontos fortes e pontos fracos destas técnicas e, por fim, identificar boas práticas que auxiliem aos gerentes no controle de seus projetos de construção civil.

Para sua melhor compreensão, o capítulo está dividido em dois estudos.

O primeiro estudo se trata de uma obra hipotética adaptada de CARDOSO *et al.* (2010), onde teremos o primeiro contato com o controle de projetos utilizando a Análise de Valor Agregado. Esta simulação foi escolhida para compor este trabalho por se tratar de um projeto simples onde poderemos ver as categorias e os índices da EVA, citados na revisão literária, como obtê-los e, em especial, como interpretá-los.

O segundo estudo é o acompanhamento de um projeto real de construção civil, onde teremos a oportunidade de vivenciar o dia a dia do controle de custos e prazos deste projeto, acompanhar a definição e elaboração de escopo do projeto, incluindo EAP – Estrutura Analítica do Projeto detalhada; a elaboração do cronograma, partindo da EAP, de modo a identificar a distribuição das atividades no tempo; a estimativa de custos, alocando os recursos nas atividades do projeto, conforme o planejamento inicial e calculando os orçamentos de cada um dos pacotes de trabalho do projeto, com base na sua duração e carga de trabalho dos recursos atribuídos; estabelecer uma previsão-base (Linha de Base) de custos e prazos que constituirá o conjunto de valores para o projeto (COTA); e, por fim, realizar o monitoramento do projeto após a sua iniciação, monitoramento este que envolverá tanto o controle de custos quanto o controle de prazos e terá como ferramenta principal de análise e interpretação dos dados, o programa MS Project.

Para ambos os estudos, será utilizado o Método Realista, ou Método do valor mais provável de previsões.

## 4.1 – SIMULAÇÃO DE CASO – OBRA 01

Esta simulação será baseada em um projeto hipotético, nomeado Obra 01, que consiste na construção de 24 casas em um prazo de 12 meses (duas casas por mês), a um custo total de R\$1.000.000,00 (R\$ 41.666,67 por casa), cujo gráfico Custo x Prazo é apresentado na Figura 6.

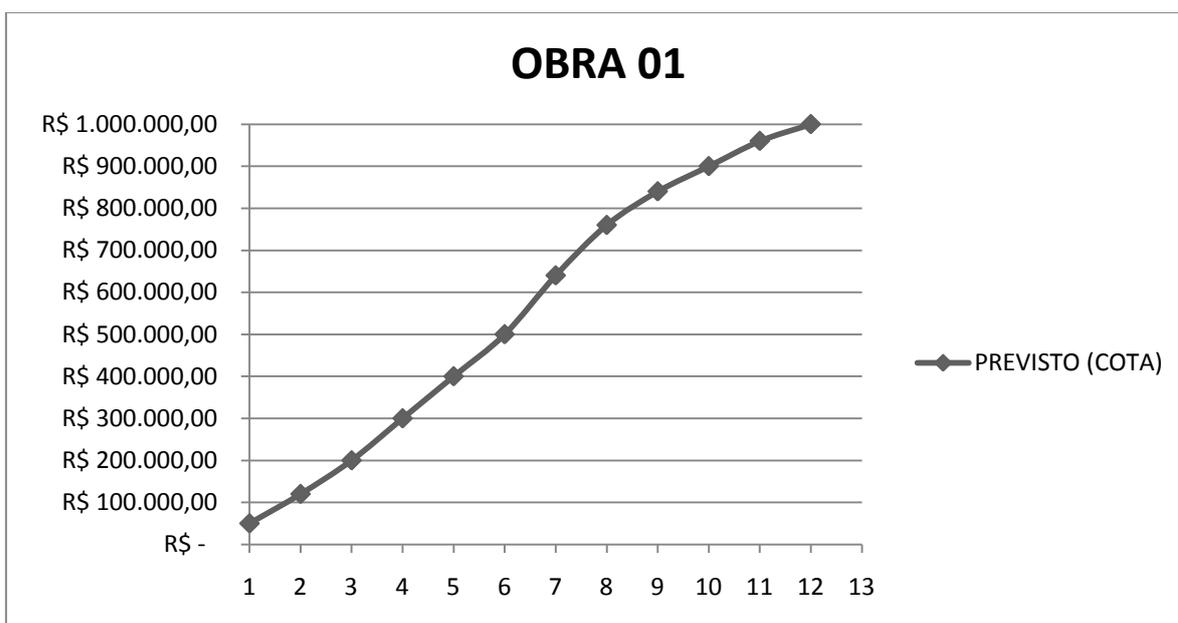


Figura 6 - Curva "S" da Obra 01.

MÊS	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
PREVISTO (COTA)	R\$50.000,00	R\$120.000,00	R\$200.000,00	R\$300.000,00	R\$400.000,00	R\$500.000,00
COTA POR MÊS	5,00%	7,00%	8,00%	10,00%	10,00%	10,00%
MÊS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
PREVISTO (COTA)	R\$640.000,00	R\$760.000,00	R\$840.000,00	R\$900.000,00	R\$960.000,00	R\$1.000.000,00
COTA POR MÊS	14,00%	12,00%	8,00%	6,00%	6,00%	4,00%

Tabela 01 – Distribuição do orçamento para a Obra 01

Decorridos 6 (seis) meses do início do projeto, o custo real acumulado (CRTR) neste período foi de R\$ 545.000,00 e foram concluídas 9 casas. Tal situação está ilustrada na Figura 8.

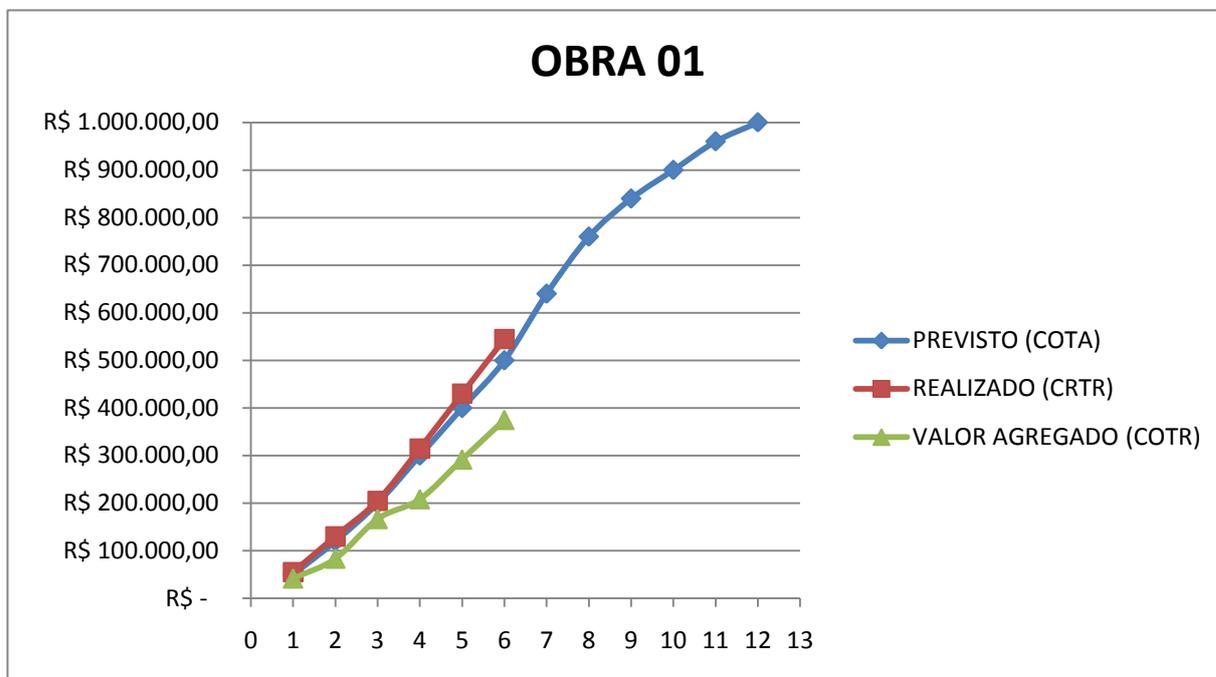


Figura 7 - Análise do valor agregado da Obra 01.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABRIL	MAIO	JUN
PREVISTO (COTA)	R\$50.000,00	R\$120.000,00	R\$200.000,00	R\$300.000,00	R\$400.000,00	R\$500.000,00
COTA POR MÊS	R\$50.000,00	R\$70.000,00	R\$80.000,00	R\$100.000,00	R\$100.000,00	R\$100.000,00
REALIZADO (CRTR)	R\$55.000,00	R\$130.000,00	R\$205.000,00	R\$315.000,00	R\$430.000,00	R\$545.000,00
VALOR AGREGADO (COTR)	R\$41.666,67	R\$ 83.333,33	R\$166.666,67	R\$208.333,33	R\$291.666,67	R\$375.000,00
Nº DE CASAS/MÊS (PREV.)	2	2	2	2	2	2

Tabela 02 – Dados da atualização da Obra 01.

De posse destes dados, podemos chegar a três conclusões distintas quanto ao andamento real do projeto: de acordo com o prazo, temos 50% de andamento (foram decorridos 6 meses de 12 previstos); se o parâmetro analisado for o custo real do trabalho realizado (CRTR), o projeto estaria com 54,5% (gastos R\$545.000,00 de

R\$1.000.000,00 disponíveis); por fim, se o parâmetro passar a ser o número de casas concluídas (o valor realmente agregado ao projeto), o avanço do projeto seria de, apenas, 37,5% ( 9 casas construídas de 24). Ficam, com isso, algumas questões a serem respondidas: o projeto está no prazo? Está adiantado em 4,5%? Ou, na realidade, está atrasado em 12,5%? (Figura 8).



Figura 8 – Questionamentos da Análise de Valor Agregado.

FONTE: CARDOSO (2010).

Para responder a tais questões, utilizaremos a análise de valor agregado.

Com base nos dados apresentados tendo como data base o mês 6, podemos gerar alguns indicadores de desempenho e alguns índices que nos auxiliarão no decorrer da análise. Tais informações e suas fórmulas estão descritos abaixo:

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 375.000,00 - 545.000,00 = -170.000,00$$

Segundo Cardoso et al. (2004), um valor negativo de VC indica que, até a data em estudo, o projeto está estourando o custo. No caso do exemplo, gastamos R\$170.000,00 a mais do que custo planejado para chegarmos ao andamento físico atual do projeto.

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 375.000,00 - 500.000,00 = -125.000,00$$

De acordo com a interpretação dada por Cardoso et al. (2004), um valor negativo da variação de prazos indica que estamos atrasados no andamento físico do projeto.

Giacometti et al. (2007) afirma que, Se VP for positiva, o projeto está adiantado; se for negativa, o projeto está atrasado.

Estes valores podem também ser encontrados a partir de análises gráficas, como mostrado na Figura 10.

**Varição de Tempo:** é a diferença, em termos de tempo, entre o valor agregado (COTR) e o valor planejado (COTA). É encontrado graficamente pela projeção da curva de COTR, encontrando a data em que o COTA agrega o mesmo valor de COTR. A diferença entre a data de referência e a data em que COTA agrega o mesmo valor que COTR representa o atraso ou adiantamento do projeto. Pela Figura 9, a VT é a diferença, em termos do tempo, entre o ponto A e o ponto B.

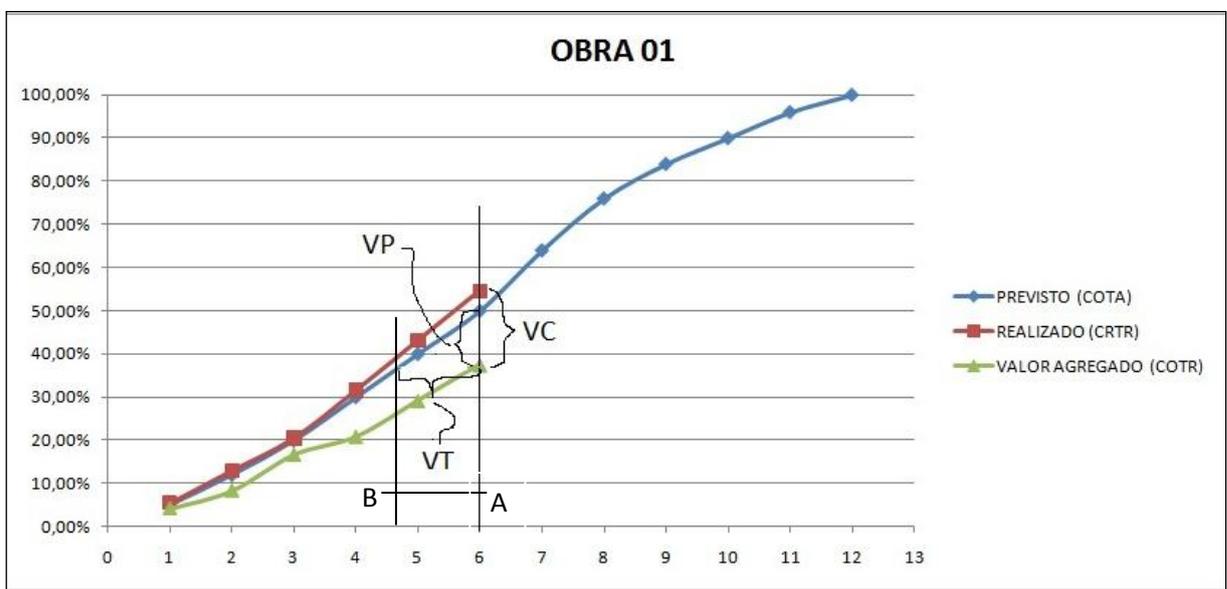


Figura 9 – VC, VP e VT no gráfico.

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR/COTA$

$$SPI = 375.000,00/500.000,00 = 0,75$$

Este valor do SPI significa que estamos caminhando a 75% da velocidade planejada, ou seja, 75% do tempo previsto no orçamento foram convertidos em trabalho. Isto resulta em uma perda de 25% no tempo disponível.

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR/CRTR$

$$CPI = 375.000,00/545.000,00 = 0,69$$

Este valor do CPI quer dizer que, para agregarmos R\$1,00 ao projeto em questão, estamos gastando R\$1,45 na data em estudo. Ou, em outras palavras, a cada R\$1,00 gasto com o projeto nesta data, somente R\$0,69 são realmente convertidos em produto.

De posse das variações e dos índices acima, poderemos realizar as previsões que a Análise de Valor Agregado nos permite. Tais previsões e como realizá-las estão descritas a seguir.

**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL/CPI$

$$EAC = 1.000.000,00/0,69 = 1.449.275,36$$

Segundo Cardoso et al. (2004), podemos então assumir este valor para calcular como vamos nos sair daí para frente até a conclusão do projeto da Obra 01. O valor do EAC indica que, se continuarmos gastando R\$1,45 para fazer R\$1,00, gastaremos R\$1.449.275,36 no final do projeto.

**Varição final dos custos (VFC):**  $VFC = BAC-VAC$

$$VFC = 449.275,36$$

**Término projetado (TP):**  $TP = duração\ prevista/SPI$

$$TP = 12/0,75 = 16$$

Logo, o projeto, se continuar com o comportamento apresentado até o mês em estudo, ou seja, se continuarmos andando a 75% da velocidade prevista, passará a durar não mais 12 meses, mas sim 16 meses.

As representações gráficas de tais previsões podem ser vistas na Figura 10.

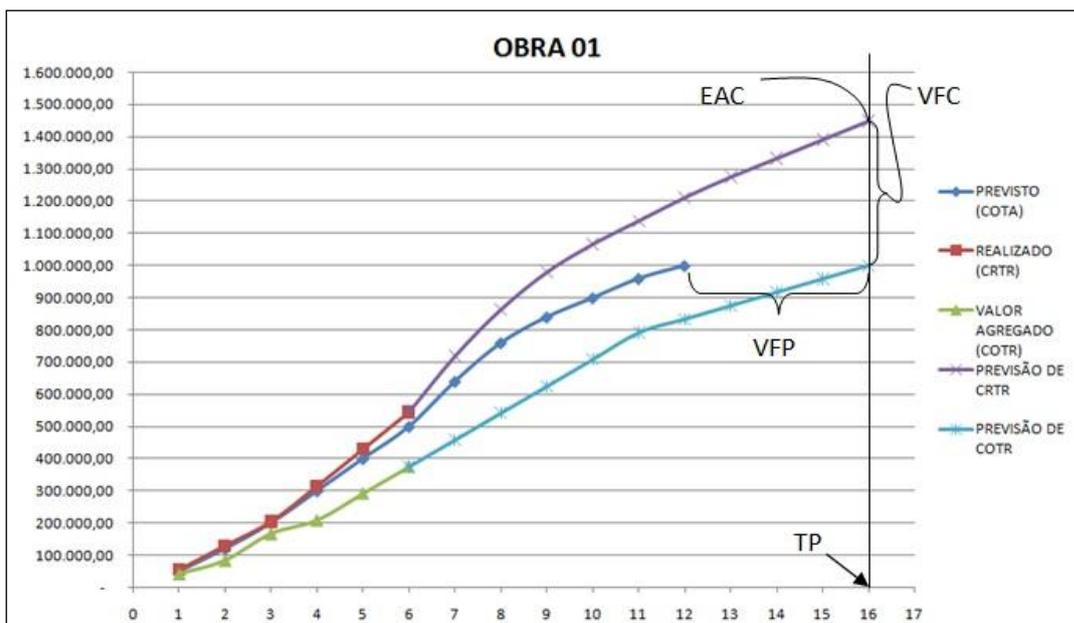


Figura 10 - Previsões para a Obra 01.

#### 4.2- ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DE ALVENARIA

O universo de estudo escolhido para a realização deste estudo de caso foi a primeira etapa de um empreendimento residencial situado na Avenida Luis Viana Filho, em Salvador. Tal empreendimento foi escolhido, dentre outros motivos, pelo interesse apresentado pela diretoria, pela equipe de engenharia da obra e pela equipe de planejamento do Empreendimento, em conhecer a técnica que motivou a realização deste trabalho e, conseqüentemente pela facilidade em se obter os dados e as informações necessárias para a utilização da Análise de Valor Agregado no controle conjunto de custos e prazos.

O empreendimento em estudo se trata de um Condomínio Clube e será realizado em duas etapas. A primeira será composta por três edifícios residenciais de 20 pavimentos tipos cada, além do Clube, com piscina, quadra, churrasqueira, etc. Já a segunda etapa será composta pela construção de outros três edifícios residenciais, também com 20 pavimentos tipo cada, totalizando 800 apartamentos nas duas etapas.

#### 4.2.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Devido ao fato de este empreendimento se tratar de um projeto de grande complexidade, cujo planejamento e o orçamento das duas fases da obra estão integrados (o que exigiria disponibilidade de tempo e mão de obra muito além daqueles disponíveis, para refazer todos os levantamentos de serviços e materiais e alocá-los nas diversas tarefas e, com isso, obtermos os custos orçados dos trabalhos agendados de cada uma das tarefas do projeto), isso aliado ao tempo e aos recursos disponíveis para a realização do estudo, com todas as adaptações de cronogramas e controles necessárias para passar a aplicar as técnicas de Análise de Valor Agregado, foi escolhido um único pacote de serviços para embasar a implantação do novo método proposto aqui.

Giacometti et al.(2007) afirma que a Análise de Valor Agregado pode ser parcialmente aplicada em qualquer projeto e não necessariamente esta técnica deve ser utilizada ou não (questão binária). Sendo assim, a tarefa (pacote de serviços) escolhida foi a execução de alvenaria não-estrutural em bloco cerâmico com furos horizontais (incluindo a marcação da primeira fiada e a elevação da alvenaria propriamente dita).

Determinada a tarefa a ser analisada, foram feitos os levantamentos dos serviços e dos materiais necessários para a execução desta tarefa, com o auxílio dos projetos executivos aprovados pela engenharia, das composições unitárias de custos do Orçamento da Obra e de planilhas do Excel como ferramentas auxiliares dos cálculos, como a planilha que aparece na Figura 11.

LEVANTAMENTO DE ALVENARIA						
PAREDE	TIPO DE BLOCO	COMP. (m)	ALT. (m)	DESCONTOS (m <sup>2</sup> )	ÁREA (m <sup>2</sup> )	Nº BLOCOS
1	14	4,25	2,28	2,55	7,14	156,6
2	14	4,9	2,28	1,44	9,73	213,5
3	14	5,5	2,28	5,36	7,18	157,5
4	14	5,1	2,28		11,63	255,0
5	14	5,4	2,28	5,36	6,95	152,5
6	9	0,95	2,78	1,43	1,21	26,6
7	14	4,2	2,28	2,13	7,45	163,3
8	14	5,3	2,28		12,08	265,0
9	9	2,95	2,78	5,84	2,36	51,8
10	14	4,15	2,28		9,46	207,5
11	9	2,95	2,78	5,84	2,36	51,8
12	9	0,95	2,78	1,43	1,21	26,6
13	9	1,3	2,78	1,43	2,19	47,9
14	9	2,2	2,78		6,12	134,1
15	9	1,2	2,78	1,43	1,91	41,8
16	9	2,35	2,78		6,53	143,3
17	9	4,36	2,38	1,64	8,74	191,6
18	9	1,6	2,78	1,73	2,72	59,7
19	9	2,5	2,58	1,64	4,81	105,5

Figura 11 - Planilha auxiliar para levantamentos de alvenaria.

Em paralelo a estes levantamentos foram feitas correções nos valores da mão de obra das composições unitárias de custos, pois analisando os preços que constavam em tais composições, chegou-se à conclusão que os custos das horas, tanto dos profissionais quanto dos ajudantes não estavam atualizados com aqueles praticados atualmente em Salvador.

Com relação aos custos com materiais, verificou-se que os mesmos estavam de acordo com os comprados pela Obra, não sendo necessário um reajuste pelo INCC.

Em seguida foram feitas adaptações na EAP original do projeto, utilizando o programa MS Project 2007. Esta nova EAP reuniu somente as atividades a serem controladas neste estudo e, a partir desta, foi elaborado um cronograma, de modo a identificar e distribuir ao longo do tempo as atividades envolvidas, sempre seguindo a mesma base do cronograma original fornecido pela obra (ver parte do novo cronograma na Figura 12).

	Nome da tarefa	% concl.	Início da linha de base	Inic. real	CRTR	COTR	COTA	Término da linha de base
1	INÍCIO DAS ALVENARIAS	0%	Qua 05/05/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Qui 06/05/10
2	[-] Alvenarias, vedações e painéis	58%	Sex 07/05/10	Sex 07/05/10	R\$ 775.120,41	R\$ 655.259,43	R\$ 1.629.466,59	Ter 07/12/10
3	[-] Alvenaria de elevação - bloco cerâmico	58%	Sex 07/05/10	Sex 07/05/10	R\$ 775.120,41	R\$ 655.259,43	R\$ 1.629.466,59	Ter 07/12/10
4	[-] Marcação de alvenarias e < 20	67%	Sex 07/05/10	Sex 07/05/10	R\$ 93.170,88	R\$ 63.168,98	R\$ 115.553,20	Sex 29/10/10
5	[+] TORRE 01	30%	Sex 28/05/10	Qua 01/09/10	R\$ 11.572,22	R\$ 10.074,36	R\$ 42.869,41	Sex 29/10/10
26	[+] TORRE 01A	79%	Qui 20/05/10	Qui 20/05/10	R\$ 40.877,98	R\$ 31.937,86	R\$ 42.869,33	Qui 21/10/10
47	[+] TORRE 02	82%	Sex 07/05/10	Sex 07/05/10	R\$ 40.720,69	R\$ 21.156,76	R\$ 29.814,46	Qui 07/10/10
68	[-] Alvenaria de bloco ceramico	48%	Sex 14/05/10	Qua 02/06/10	R\$ 681.949,53	R\$ 592.090,45	R\$ 1.513.913,39	Ter 07/12/10
69	[-] TORRE 01	5%	Sex 04/06/10	Sex 17/09/10	R\$ 29.543,18	R\$ 26.589,86	R\$ 563.914,40	Ter 07/12/10
70	1º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	90%	Sex 04/06/10	Sex 17/09/10	R\$ 29.543,18	R\$ 26.589,86	R\$ 29.544,28	Ter 15/06/10
71	2º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 15/06/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Qui 24/06/10
72	3º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Qui 24/06/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Sex 02/07/10
73	4º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	0%	Qua 21/07/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Sex 30/07/10
74	5º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Sex 02/07/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Ter 13/07/10
75	6º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 13/07/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Qua 21/07/10
76	7º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	0%	Qua 18/08/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Sex 27/08/10
77	8º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Sex 30/07/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Ter 10/08/10
78	9º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 10/08/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Qua 18/08/10
79	10º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	0%	Qua 15/09/10	ND	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 29.544,28	Sex 24/09/10

Nome: 1º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceram      Duração: 6d       Controlada pelo empenho      Anterior      Próxima

Início: Sex 17/09/10      Término: Seg 27/09/10      Tipo de tarefa: Unidades fixas      % concluída: 90%

Id.	Nome do recurso	Unidades	Trabalho	Id.	Nome da predecessora	Tipo	Latência
1	Pedreiro	21	1.108,8h	6	1º pav. Tipo - Marcação - BAND.	TI	0d
2	Servente	18	950,4h				
3	Argamassa	10,77	10,77				
6	09x19x24	11.588	11.588				
5	11,5x19x24	4.945	4.945				
4	14x19x24	6.319	6.319				

Figura 12 - Exemplo da EAP no arquivo do MS Project®.

Definidas as relações entre as atividades, foram realizadas estimativas de custos, alocando os recursos nas atividades do projeto e calculando os orçamentos de cada um dos pacotes de trabalho do projeto, com base na sua duração, carga de trabalho dos recursos atribuídos e seguindo o orçamento inicial da obra (exceto pelas correções nos custos da mão de obra).

Concluídas as alterações na EAP, adicionados os custos de cada atividade, tudo isso utilizando como ferramenta de controle o MS Project, o próximo passo foi estabelecer uma previsão-base (Linha de base) de custos e prazos para servir de balizador no decorrer do andamento do projeto. Podemos observar o gráfico desta linha de base na Figura 13.

Uma observação a ser feita é com relação ao formato desta linha de base. Em geral a linha de base de um projeto completo é também conhecida como curva “S”, devido a seu formato. No caso da linha de base deste estudo, por se tratar de uma quantidade reduzida de atividades, sua forma se assemelha mais com a de uma linha de balanço que indicaria somente a localização de uma atividade num gráfico tempo x local trabalhado.



Figura 13 - Linha de Base do estudo de caso.

O acompanhamento e o monitoramento do avanço físico da Obra é feito pelo setor de planejamento da empresa com o uso do software MSProject<sup>®</sup>, já o controle dos custos reais é feito separadamente, em planilhas do Excel, onde os gastos mensais (incluindo a folha de pagamentos da mão-de-obra) são lançados todos os meses e divididos por grupos de serviços (pacotes de trabalho) pelo Gerente de Contratos da Obra. Em suma, a obra não realiza um controle conjunto de custos e prazo em um mesmo programa.

Para a realização deste trabalho, utilizaremos o MS Project<sup>®</sup> 2007 e a nova EAP elaborada, como ferramentas para o uso da Análise de Valor Agregado como técnica de controle conjunto de custos e prazos dos serviços e, com isso, buscaremos realizar previsões e projeções para os custos e prazos finais do projeto.

Uma consideração importante a ser feita com relação ao levantamento dos custos incorridos no projeto, diz respeito ao estoque de materiais. É importante que haja, por parte do setor de almoxarifado, um controle eficiente dos materiais em estoque, para que os custos com tais materiais não sejam levados em consideração mais de uma vez por parte do gestor do projeto. Caso este controle seja falho ou não exista, o gestor pode, no momento de levantar os custos reais de determinado serviço considerar o material gasto na execução do serviço, sendo que a nota fiscal deste material pode ter sido lançada no mês anterior, o que geraria duplicidade de lançamento. Para este estudo, foram considerados os custos dos materiais no momento em que eles eram utilizados nos serviços, através do controle de liberação e subida dos materiais para os pavimentos de trabalho.

O próximo passo foi iniciar as atualizações mensais (utilizando as técnicas da Análise de Valor Agregado), que serão descritas a seguir.

#### 4.2.2 – ATUALIZAÇÕES MENSAIS

As atualizações mensais para a realização deste trabalho foram feitas com base em reuniões sempre no último dia útil do mês a ser avaliado. Nestas reuniões estavam presentes a equipe de engenharia da obra e a equipe de planejamento. A primeira reunião para atualização foi realizada em 30 de junho de 2010, somente após todos os

levantamentos, as correções de índices e custos, a elaboração do planejamento e a confecção das planilhas da Análise de Valor Agregado ter sido concluída.

As datas de início e término das atividades executadas em cada pavimento, os recursos utilizados para tal, as restrições e causas de não cumprimento das programações semanais e das metas mensais, etc. tudo isso era discutido durante as reuniões e anotado em planilhas como o exemplo mostrado na Figura 14.

		PROGRAMAÇÃO SEMANAL						Revisão: 00	Data: 16/04/2010		
								Elaborado por:			
								Aprovado por:			
OBRA:	NOME DA OBRA	TORRE: 01 - RESPONSÁVEL	$PPC = \frac{\sum itens\_exec100\%}{\sum itens\_totais}$	72,73%	Semana de:		31/05/2010	a	04/06/2010		
Nº	EQUIPE	SERVIÇO / LOCAL			2º	3º	4º	5º	6º	%EXECUTADO DO SERVIÇO	PROBLEMA
1	A	Concretagem de Estrutura - Pilares ao 12º Pav.			X					100%	
2	B	Armação - Vigas/Lajes 12º Pav.			X	X	X			100%	
3	C	Concretagem de Estrutura - Laje do 12º Pav.					X			100%	
4	D	Elevação de Alvenaria - 1º Pav. (Arremates)			X	X	X			100%	
5	E	Elevação de Alvenaria - 2º Pav. (800m²)			X	X	X	X	X	70%	BAIXA PRODUTIVIDADE M.O.
6	F	Montagem de Formas - Pilares/Vigas ao 13º Pav. (75%)						X	X	100%	
7	G	Chapisco em Estrutura - Pilares/Vigas/Lajes do 7º Pav.			X	X	X	X	X	100%	
8	H	Marcação de Alvenaria - Paredes do 5º Pav. (20%)			X	X				100%	
9	I	Marcação de Alvenaria - Paredes do 6º Pav. (60%)					X	X	X	70%	BALANÇA QUEBRADA - FALTA MATERIAL
10	J	Prumadas Hidrossanitárias do 5º Pav. (20%)			X	X				100%	
11	K	Prumadas Hidrossanitárias do 6º Pav. (60%)					X	X	X	70%	ACOMPANHANDO PREDECESSORA

Figura 14 - Planilha auxiliar: Programação Semanal.

Todo o planejamento da obra foi elaborado levando em consideração que os serviços seriam executados por mão-de-obra própria (não terceirizada), porém, devido à grande dificuldade alegada pela obra em encontrar mão-de-obra qualificada no mercado, aos poucos os serviços de elevação de alvenaria passaram a ser realizados por empresas terceirizadas. Os custos envolvidos na realização de cada tarefa foram levantados com base em medições dos empreiteiros e, no caso daquelas executadas com mão de obra própria, foram consideradas as horas trabalhadas (incluído as horas extras) e as equipes utilizadas.

Abaixo seguem as atualizações mensais, onde serão apresentados os resumos dos dados coletados nestas reuniões e os resultados encontrados, mês a mês, com a utilização da Análise de Valor Agregado.

## I - MÊS DE JUNHO DE 2010

A atualização do controle de custos e prazos do estudo de caso, referente ao mês de junho de 2010, foi realizada no último dia útil do mês em questão, ou seja, em 30 de junho de 2010.

No decorrer deste mês houveram alguns atrasos nos serviços estudados. Os principais motivos foram a baixa produtividade da mão-de-obra contratada para a execução dos serviços, os atrasos de predecessoras ao serviço de marcação, como por exemplo, a estrutura de uma das torres, que havia acabado de iniciar, ainda estava executando o playground e encontrava-se com mais de dois meses de atraso. Além desses, a menor quantidade de dias úteis disponíveis neste mês devido às festas juninas. Esses e outros problemas impactaram no andamento do projeto e este impacto pode ser visto no gráfico exibido na Figura 15 abaixo.

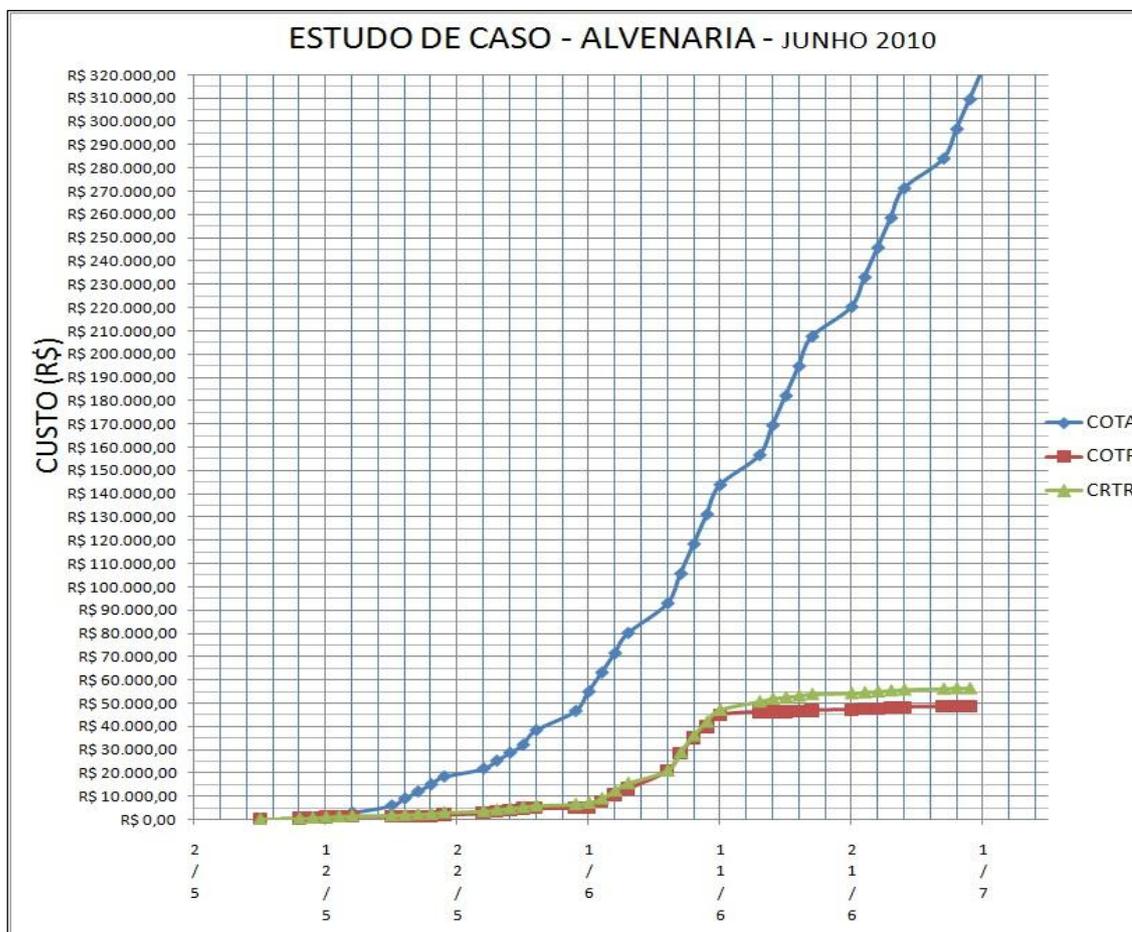


Figura 15 – Gráfico da atualização de Junho de 2010.

As informações quanto ao custo e andamento físico foram colhidas e com elas foi alimentado o programa de controle. Uma parte deste arquivo pode ser vista na Figura 16.

	Nome da tarefa	% concl.	Início da linha de base	Término da linha de base	Iníc. real	Térm. real	COTA	CRTR	COTR	Trab. real
2	Alvenarias, vedações e painéis	9%	Sex 07/05/10	Ter 07/12/10	Sex 07/05/10	ND	R\$ 1.636.294,04	R\$ 56.513,92	R\$ 48.670,38	.338,55 hrs
3	Alvenaria de elevação - bloco cerâmico	9%	Sex 07/05/10	Ter 07/12/10	Sex 07/05/10	ND	R\$ 1.636.294,04	R\$ 56.513,92	R\$ 48.670,38	.338,55 hrs
4	Marcação de alvenarias e < 20	16%	Sex 07/05/10	Sex 29/10/10	Sex 07/05/10	ND	R\$ 115.553,20	R\$ 17.516,25	R\$ 9.665,98	.614,07 hrs
5	TORRE 01	0%	Sex 28/05/10	Sex 29/10/10	ND	ND	R\$ 42.869,41	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
26	TORRE 01A	23%	Qui 20/05/10	Qui 21/10/10	Qui 20/05/10	ND	R\$ 42.869,33	R\$ 10.734,17	R\$ 6.108,94	.500,58 hrs
27	1º pav. Tipo - Marcação - BAND.	100%	Qui 20/05/10	Sex 28/05/10	Qui 20/05/10	Sex 04/06/10	R\$ 2.143,51	R\$ 4.277,11	R\$ 2.143,51	.597,92 hrs
28	2º pav. Tipo - Marcação	100%	Sex 28/05/10	Sex 04/06/10	Seg 07/06/10	Sex 18/06/10	R\$ 2.143,51	R\$ 3.848,42	R\$ 2.143,51	.537,98 hrs
29	3º pav. Tipo - Marcação	85%	Sex 04/06/10	Seg 14/06/10	Sex 18/06/10	ND	R\$ 2.143,51	R\$ 2.608,65	R\$ 1.821,93	.364,68 hrs
31	5º pav. Tipo - Marcação	0%	Seg 14/06/10	Seg 21/06/10	ND	ND	R\$ 2.143,51	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
47	TORRE 02	24%	Sex 07/05/10	Qui 07/10/10	Sex 07/05/10	ND	R\$ 29.814,46	R\$ 6.782,08	R\$ 3.557,04	.113,48 hrs
48	1º pav. Tipo - Marcação - BAND.	100%	Sex 07/05/10	Sex 14/05/10	Sex 07/05/10	Qui 20/05/10	R\$ 1.468,38	R\$ 2.479,96	R\$ 1.468,38	.314,32 hrs
49	2º pav. Tipo - Marcação	100%	Sex 14/05/10	Sex 21/05/10	Sex 21/05/10	Qua 16/06/10	R\$ 1.491,90	R\$ 3.705,36	R\$ 1.491,90	.715,73 hrs
50	3º pav. Tipo - Marcação	40%	Seg 24/05/10	Seg 31/05/10	Qua 16/06/10	ND	R\$ 1.491,90	R\$ 596,76	R\$ 596,76	.83,42 hrs
52	5º pav. Tipo - Marcação	0%	Seg 31/05/10	Seg 07/06/10	ND	ND	R\$ 1.491,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
53	6º pav. Tipo - Marcação	0%	Ter 08/06/10	Ter 15/06/10	ND	ND	R\$ 1.491,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
68	Alvenaria de bloco ceramico	3%	Sex 14/05/10	Ter 07/12/10	Qua 02/06/10	ND	R\$ 1.520.740,84	R\$ 38.997,66	R\$ 39.004,40	.724,48 hrs
69	TORRE 01	0%	Sex 04/06/10	Ter 07/12/10	ND	ND	R\$ 568.390,80	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
70	1º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	0%	Sex 04/06/10	Ter 15/06/10	ND	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
71	2º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 15/06/10	Qui 24/06/10	ND	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
72	3º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Qui 24/06/10	Sex 02/07/10	ND	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
90	TORRE 01A	4%	Sex 28/05/10	Ter 30/11/10	Seg 07/06/10	ND	R\$ 590.885,68	R\$ 23.635,43	R\$ 23.641,02	.647,37 hrs
91	1º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	80%	Sex 28/05/10	Ter 08/06/10	Seg 07/06/10	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 23.635,43	R\$ 23.641,02	1.647,37 hrs
92	2º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 08/06/10	Qua 16/06/10	ND	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
93	3º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Qua 16/06/10	Sex 25/06/10	ND	ND	R\$ 29.544,28	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
111	TORRE 02	4%	Sex 14/05/10	Ter 16/11/10	Qua 02/06/10	ND	R\$ 361.464,36	R\$ 15.362,24	R\$ 15.363,38	.077,12 hrs
112	1º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico - BAND.	85%	Sex 14/05/10	Ter 25/05/10	Qua 02/06/10	ND	R\$ 18.073,22	R\$ 15.362,24	R\$ 15.363,38	1.077,12 hrs
113	2º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Ter 25/05/10	Qua 02/06/10	ND	ND	R\$ 18.073,22	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs
114	3º pav. Tipo - Alvenaria de bloco ceramico	0%	Qua 02/06/10	Sex 11/06/10	ND	ND	R\$ 18.073,22	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0 hrs

Figura 16 - EAP de Junho de 2010.

Os valores de COTA, COTR e CRTR, bem como os índices CPI, SPI e as variâncias de prazo e custo VP e VC, além das previsões de custo e prazo finais podem ser vistas na Tabela 03.

Ao analisar os dados fornecidos pela Tabela 03, podemos chegar às seguintes conclusões sobre o andamento do projeto:

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 48.670,38 - 56.513,92 = -7.843,54$$

Segundo Cardoso et al. (2004), um valor negativo de VC indica que, até a data em estudo, o projeto está estourando o custo. Para o mês em estudo, gastamos R\$7.843,54 a mais do que custo planejado para chegarmos ao andamento físico atual do projeto.

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 48.670,38 - 309.492,82 = -260.822,44$$

De acordo com a interpretação dada por Cardoso et al. (2004), um valor negativo da variação de prazos indica que estamos atrasados no andamento físico do projeto. Seguindo este raciocínio, podemos perceber que o projeto encontra-se bastante atrasado.

Tabela 3 - Dados da atualização de Junho de 2010

MÊS	MAIO																
SEMANA	S01		S02				S03				S04				S05		
DIA	07/05/2010	10/05/2010	11/05/2010	12/05/2010	13/05/2010	14/05/2010	17/05/2010	18/05/2010	19/05/2010	20/05/2010	21/05/2010	24/05/2010	25/05/2010	26/05/2010	27/05/2010	28/05/2010	31/05/2010
COTA	R\$ 271,25	R\$ 542,51	R\$ 813,76	R\$ 1.085,02	R\$ 1.356,27	R\$ 2.973,19	R\$ 5.982,81	R\$ 8.992,43	R\$ 12.002,05	R\$ 15.050,64	R\$ 18.449,98	R\$ 21.849,32	R\$ 25.248,66	R\$ 28.647,99	R\$ 32.047,33	R\$ 38.365,31	R\$ 46.630,77
COTR	R\$ 271,25	R\$ 542,51	R\$ 813,76	R\$ 1.085,02	R\$ 1.356,27	R\$ 1.468,38	R\$ 1.468,38	R\$ 1.468,38	R\$ 1.468,38	R\$ 1.507,35	R\$ 2.168,32	R\$ 2.829,21	R\$ 3.490,26	R\$ 4.151,15	R\$ 4.812,21	R\$ 5.103,78	R\$ 5.103,78
CRTR	R\$ 280,73	R\$ 561,47	R\$ 842,20	R\$ 1.122,93	R\$ 1.403,67	R\$ 1.630,16	R\$ 1.849,46	R\$ 2.068,77	R\$ 2.288,07	R\$ 2.518,93	R\$ 3.104,96	R\$ 3.690,98	R\$ 4.277,00	R\$ 4.863,03	R\$ 5.449,05	R\$ 6.035,08	R\$ 6.621,10
CUSTO L.B.	R\$ 271,25	R\$ 1.616,91	R\$ 3.009,62	R\$ 3.009,62	R\$ 3.009,62	R\$ 3.048,59	R\$ 3.399,34	R\$ 6.317,98	R\$ 8.265,46								
V.C.	-R\$ 9,48	-R\$ 18,96	-R\$ 28,44	-R\$ 37,91	-R\$ 47,40	-R\$ 161,78	-R\$ 381,08	-R\$ 600,39	-R\$ 819,69	-R\$ 1.011,58	-R\$ 936,64	-R\$ 861,77	-R\$ 786,74	-R\$ 711,88	-R\$ 636,84	-R\$ 931,30	-R\$ 1.517,32
CPI	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,90	0,79	0,71	0,64	0,60	0,70	0,77	0,82	0,85	0,88	0,85	0,77
EAC	R\$ 1.715.249,96	R\$ 1.715.249,96	R\$ 1.715.249,96	R\$ 1.715.233,62	R\$ 1.715.249,11	R\$ 1.839.924,96	R\$ 2.087.443,94	R\$ 2.334.974,21	R\$ 2.582.493,19	R\$ 2.769.557,16	R\$ 2.373.236,25	R\$ 2.162.145,15	R\$ 2.030.905,94	R\$ 1.941.542,32	R\$ 1.876.655,52	R\$ 1.959.744,37	R\$ 2.150.040,00
V.P.	R\$ 0,00	-R\$ 1.504,81	-R\$ 4.514,43	-R\$ 7.524,05	-R\$ 10.533,67	-R\$ 13.543,29	-R\$ 16.281,66	-R\$ 19.020,11	-R\$ 21.758,40	-R\$ 24.496,84	-R\$ 27.235,12	-R\$ 33.261,53	-R\$ 41.526,99				
SPI	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,49	0,25	0,16	0,12	0,10	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,13	0,11
TP	215,00	215,00	215,00	215,00	215,00	435,33	876,00	1.316,67	1.757,34	2.146,74	1.829,41	1.660,39	1.555,32	1.483,76	1.431,81	1.616,16	1.964,35

MÊS	JUNHO																					
SEMANA	S05				S06				S07				S08				S09					
DIA	01/06/2010	02/06/2010	03/06/2010	04/06/2010	07/06/2010	08/06/2010	09/06/2010	10/06/2010	11/06/2010	14/06/2010	15/06/2010	16/06/2010	17/06/2010	18/06/2010	21/06/2010	22/06/2010	23/06/2010	24/06/2010	25/06/2010	28/06/2010	29/06/2010	30/06/2010
COTA	R\$ 54.896,23	R\$ 63.161,69	R\$ 71.427,14	R\$ 80.139,29	R\$ 92.881,16	R\$ 105.623,03	R\$ 118.364,90	R\$ 131.106,77	R\$ 143.848,63	R\$ 156.590,47	R\$ 169.332,34	R\$ 182.074,20	R\$ 194.816,07	R\$ 207.557,94	R\$ 220.299,77	R\$ 233.041,64	R\$ 245.783,51	R\$ 258.525,38	R\$ 271.267,25	R\$ 284.009,12	R\$ 296.750,99	R\$ 309.492,82
COTR	R\$ 5.103,78	R\$ 7.842,15	R\$ 10.580,52	R\$ 13.318,88	R\$ 20.922,36	R\$ 28.526,85	R\$ 35.065,53	R\$ 39.930,64	R\$ 44.797,78	R\$ 46.251,69	R\$ 46.251,69	R\$ 46.285,60	R\$ 46.556,85	R\$ 46.862,07	R\$ 47.154,62	R\$ 47.426,86	R\$ 47.699,01	R\$ 47.971,24	R\$ 48.243,39	R\$ 48.515,63	R\$ 48.670,38	R\$ 48.670,38
CRTR	R\$ 7.207,12	R\$ 9.084,03	R\$ 12.408,42	R\$ 15.684,09	R\$ 21.102,73	R\$ 28.903,52	R\$ 36.200,88	R\$ 42.146,27	R\$ 47.208,70	R\$ 50.763,28	R\$ 52.016,31	R\$ 52.611,70	R\$ 53.272,67	R\$ 53.933,64	R\$ 54.343,70	R\$ 54.733,41	R\$ 55.123,13	R\$ 55.512,84	R\$ 55.902,55	R\$ 56.292,27	R\$ 56.538,92	R\$ 56.513,92
CUSTO L.B.	R\$ 8.265,46	R\$ 8.265,46	R\$ 8.265,46	R\$ 8.712,15	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,87										
V.C.	-R\$ 2.103,34	-R\$ 1.241,88	-R\$ 1.827,90	-R\$ 2.365,21	-R\$ 180,37	-R\$ 376,67	-R\$ 1.135,35	-R\$ 2.215,63	-R\$ 2.410,92	-R\$ 4.511,59	-R\$ 5.764,62	-R\$ 6.326,10	-R\$ 6.715,82	-R\$ 7.071,57	-R\$ 7.189,08	-R\$ 7.306,55	-R\$ 7.424,12	-R\$ 7.541,60	-R\$ 7.659,16	-R\$ 7.776,64	-R\$ 7.894,12	-R\$ 7.843,54
CPI	0,71	0,86	0,85	0,85	0,99	0,99	0,97	0,95	0,95	0,91	0,89	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
EAC	R\$ 2.340.335,64	R\$ 1.919.781,29	R\$ 1.943.648,88	R\$ 1.951.641,12	R\$ 1.671.615,20	R\$ 1.679.210,95	R\$ 1.710.988,38	R\$ 1.749.287,58	R\$ 1.746.521,31	R\$ 1.818.990,41	R\$ 1.863.889,98	R\$ 1.883.843,31	R\$ 1.896.396,80	R\$ 1.907.421,19	R\$ 1.909.999,68	R\$ 1.912.654,27	R\$ 1.915.282,51	R\$ 1.917.877,40	R\$ 1.920.446,18	R\$ 1.922.982,92	R\$ 1.924.416,34	R\$ 1.924.416,34
V.P.	-R\$ 49.792,45	-R\$ 55.319,54	-R\$ 60.846,62	-R\$ 66.820,41	-R\$ 71.958,80	-R\$ 77.096,18	-R\$ 83.299,37	-R\$ 91.176,13	-R\$ 99.050,85	-R\$ 110.338,78	-R\$ 123.080,65	-R\$ 135.788,60	-R\$ 148.259,22	-R\$ 160.695,87	-R\$ 173.145,15	-R\$ 185.614,78	-R\$ 198.084,50	-R\$ 210.554,14	-R\$ 223.023,86	-R\$ 235.493,49	-R\$ 248.080,57	-R\$ 260.822,44
SPI	0,09	0,12	0,15	0,17	0,23	0,27	0,30	0,30	0,31	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
TP	2.312,54	1.731,64	1.451,43	1.293,65	954,45	796,06	725,74	705,92	690,38	727,91	787,14	845,75	899,66	952,26	1.004,45	1.056,45	1.107,85	1.158,67	1.208,92	1.258,60	1.310,89	1.367,18

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR/COTA$

$$SPI = 48.670,38/309.492,82 = 0,16$$

Este valor do SPI significa que estamos caminhando a 16% da velocidade planejada, ou seja, 16% do tempo previsto no orçamento foram convertidos em trabalho. Isto resulta em uma perda de 84% no tempo disponível.

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR/CRTR$

$$CPI = 48.670,38/56.513,92 = 0,86$$

Este valor do CPI quer dizer que, para agregarmos R\$1,00 ao projeto em questão, estamos gastando R\$1,16 na data em estudo. Ou, em outras palavras, a cada R\$1,00 gasto com o projeto nesta data, somente R\$0,86 são realmente convertidos em produto.

De posse das variações e dos índices acima, poderemos realizar as previsões que a Análise de Valor Agregado nos permite. Tais previsões e como realizá-las estão descritas a seguir.

**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL/CPI$

$$EAC = 1.657.327,51/0,86 = 1.924.416,34$$

Segundo Cardoso et al. (2004), podemos então, assumir este valor para calcular como vamos nos sair daí para frente até a conclusão do projeto. O valor do EAC indica que, se continuarmos gastando R\$1,16 para fazer R\$1,00, gastaremos R\$1.924.416,34 no final do projeto (Figura 17). O que representa um aumento projetado de 16,12% no custo total do projeto em análise com relação ao custo da Linha de Base (Figura 18).

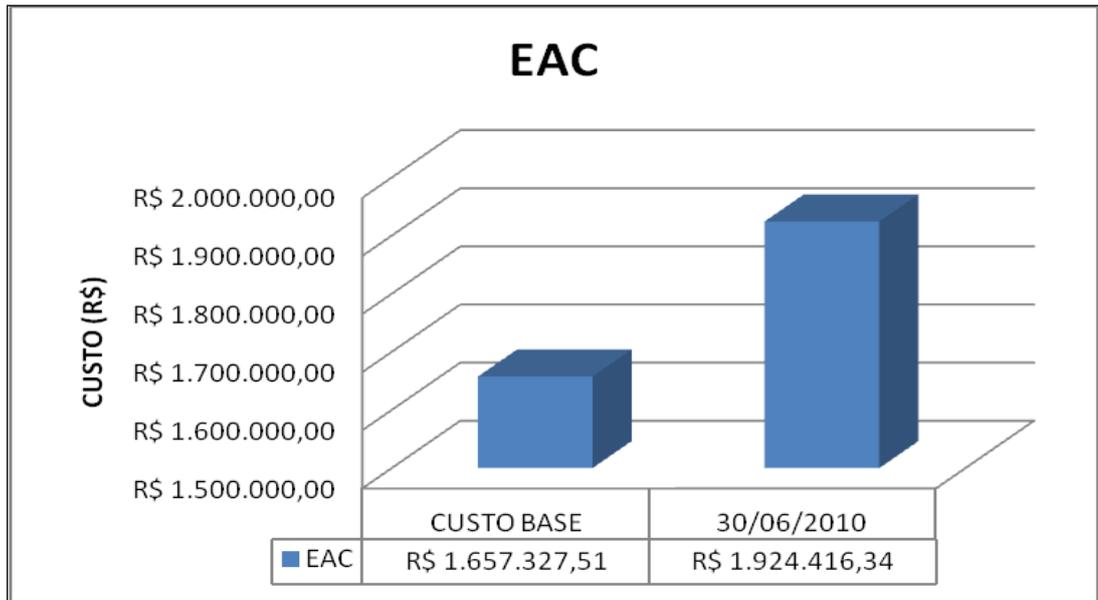


Figura 17- EAC de Junho de 2010.

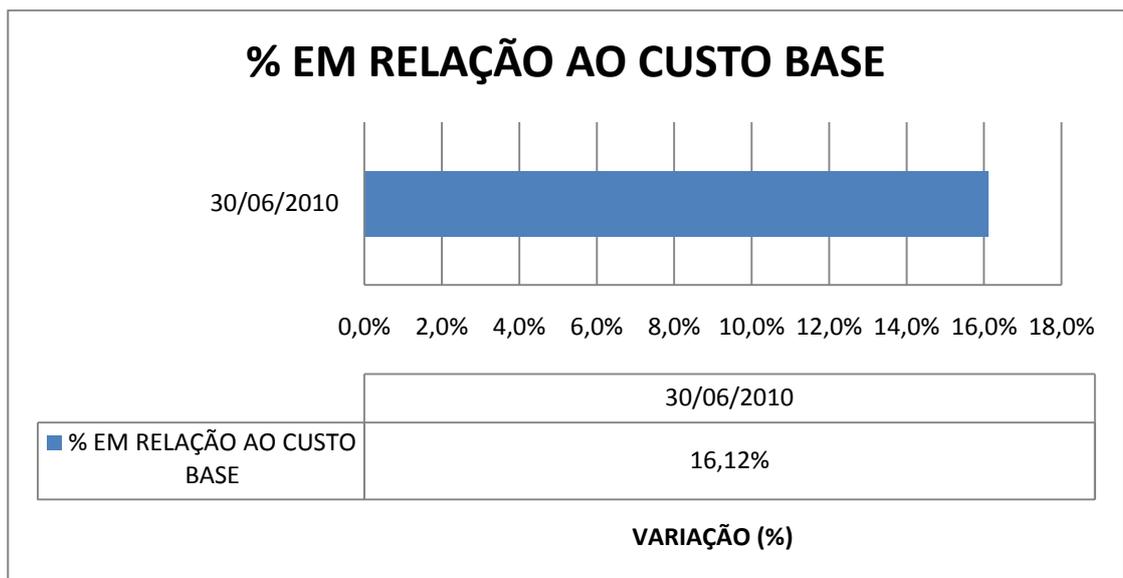


Figura 18 - Comparação com custo da linha de base - JUNHO de 2010.

**Término projetado (TP):**  $TP = \text{duração prevista}/SPI$

$$TP = 215/0,16 = 1.367,18$$

Logo, caso o projeto continue com o comportamento apresentado até o dia analisado, ou seja, se continuarmos andando a 16% da velocidade prevista, a conclusão dos pacotes de serviços se dará não mais em 215 dias, mas sim em 1.367,18 dias (Figura 19), ou seja, o projeto que antes terminaria em 07/12/2010 teve seu

término projetado para 02/02/2014 (Figura 20), o que representa um aumento projetado de 536% na duração total do projeto.

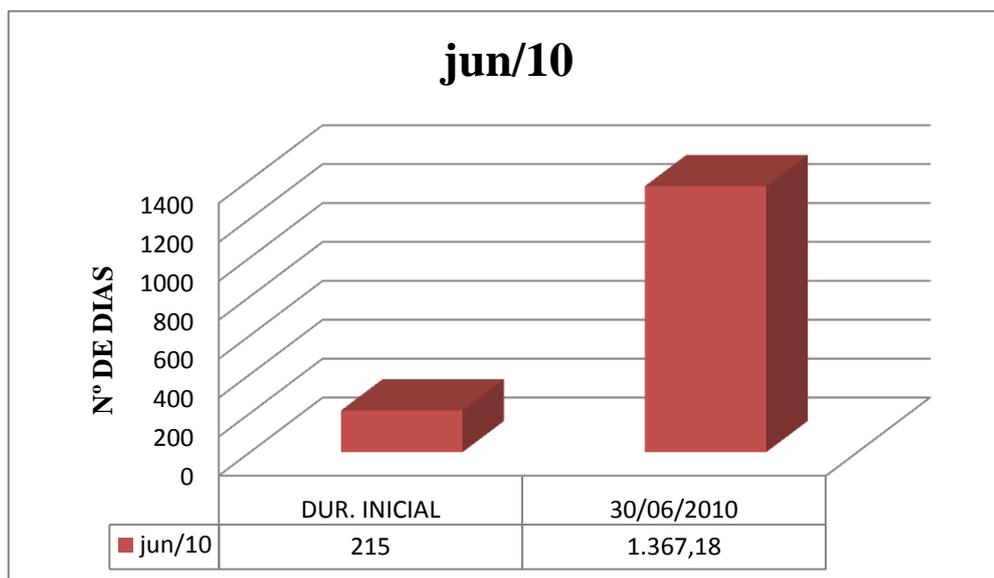


Figura 19 - Duração projetada (nº de dias).

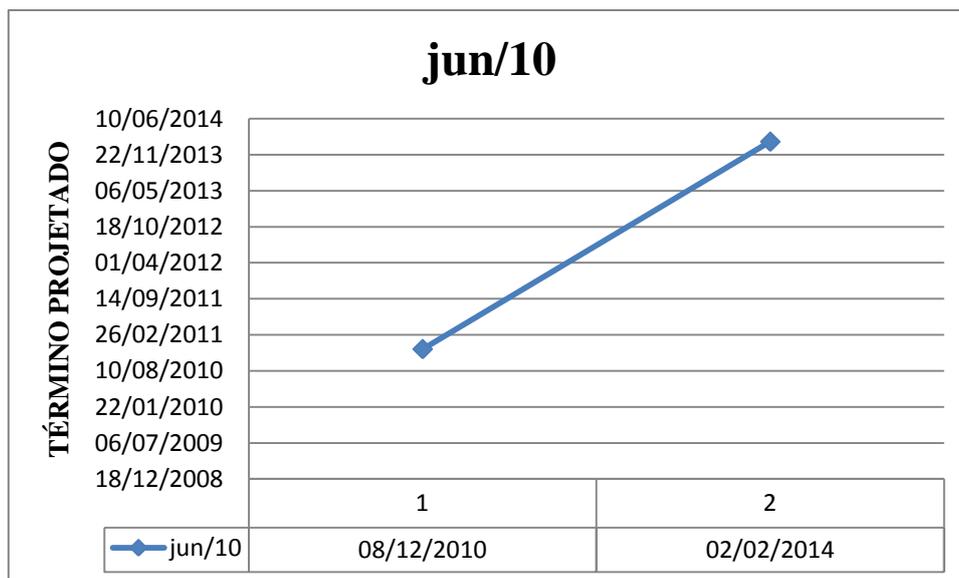


Figura 20 - Data final projetada.

## II - MÊS DE JULHO DE 2010

Com os dados obtidos na reunião de atualização do mês de julho de 2010, pudemos perceber que houve uma melhora significativa no ritmo do projeto em

comparação ao do mês anterior, apesar de este ritmo ainda ser menor do que aquele exigido pelo planejamento inicial e, com isso, a situação com relação aos custos ao prazo do projeto ter se agravado ainda mais.

A seguir temos o gráfico comparativo entre os valores de COTA, COTR e CRTR atualizados com os dados obtidos no mês de julho (Figura 21).

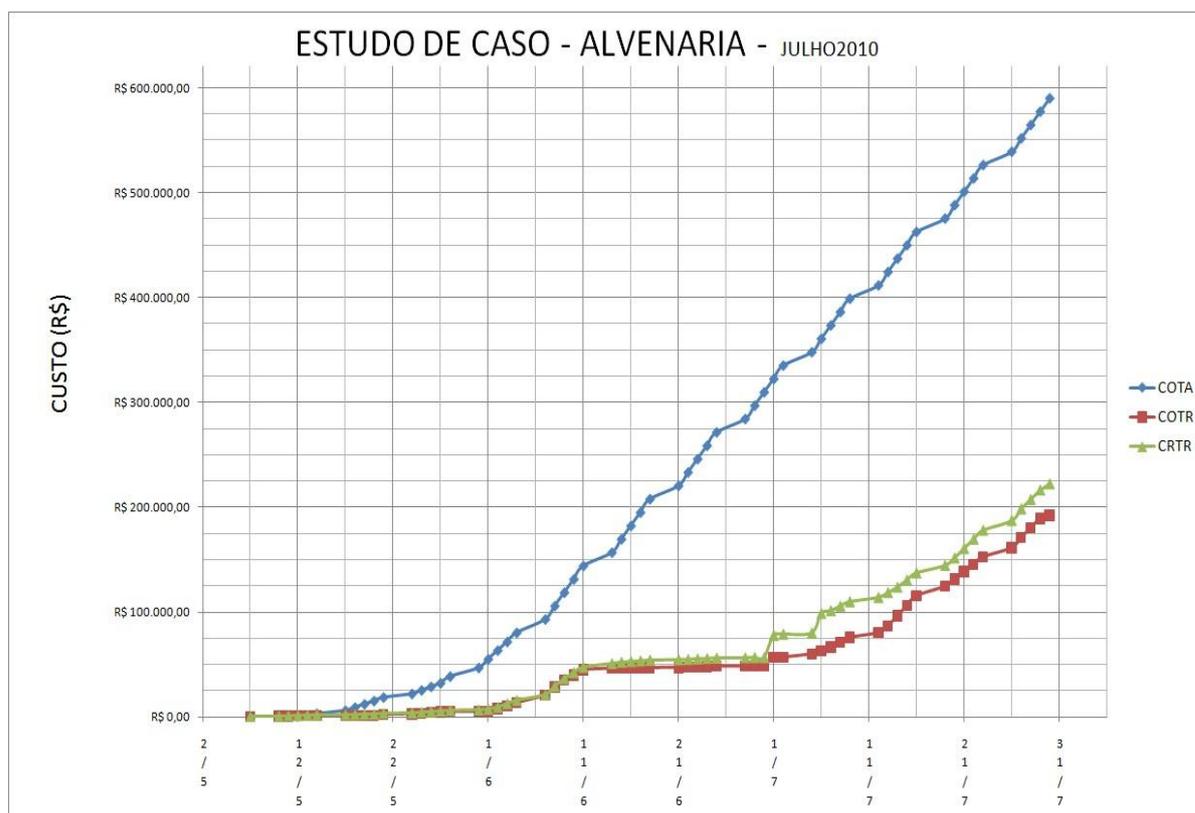


Figura 21 - Gráfico da atualização de Julho de 2010.

Os valores de COTA, CRTR e COTR, além dos índices referentes ao mês de julho de 2010 do projeto em estudo estão exibidos na Tabela 04 e serão analisados a seguir.

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 192.162,78 - 221.868,68 = -29.705,90$$

Este valor de VC indica que, para chegarmos ao avanço físico em que o projeto se encontra, bastaria a obra ter gasto R\$192.162,78 e, ao invés disso, ela gastou R\$221.868,68, ou seja, R\$29.708,90 a mais que o planejado. Este gasto a mais se deveu, provavelmente a um aumento com gastos de despesas indiretas com controle,

acompanhamento e à entrada de empresas terceirizadas para executarem os serviços de elevação que antes seriam feitos com equipe própria, a um custo menor por m<sup>2</sup>.

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 192.162,78 - 589.813,77 = -397.650,99$$

Giacometti et al. (2007) afirma que, Se VP for positiva, o projeto está adiantado; se for negativa, o projeto está atrasado. No caso do mês analisado, houve um aumento significativo desta variação, o que indica que o projeto encontra-se mais atrasado, se comparado com o mês anteriormente analisado.

Passemos agora a verificar como ficaram os índices de desempenho do mês de julho.

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR / CRTR$

$$CPI = 192.162,78 / 221.868,68 = 0,87$$

Este valor do CPI quer dizer que, para agregarmos R\$1,00 ao projeto em questão, estamos gastando R\$1,14 na data em estudo. Ou, em outras palavras, a cada R\$1,00 gasto com o projeto nesta data, somente R\$0,87 são realmente convertidos em produto. Isto, se comparado ao mês anterior, indica que houve um leve aumento no desempenho dos custos do projeto, mas nada que venha a animar com relação a uma possível recuperação do orçamento da obra.

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR / COTA$

$$SPI = 192.162,78 / 589.813,17 = 0,33$$

Este valor do SPI significa que estamos caminhando a 33% da velocidade planejada, ou seja, 33% do tempo previsto no orçamento foram convertidos em trabalho. Isto resulta em uma perda de 67% no tempo disponível. A recuperação em termos de prazo, apesar de ter sido bem mais expressiva que a do CPI, ainda não é suficiente para que a gerência do projeto fique tranqüila quanto ao prazo final do mesmo.

Tabela 4 - Dados de Julho de 2010.

MÊS	JULHO												
SEMANA	S09			S10					S11				
DIA	01/07/2010	02/07/2010	05/07/2010	06/07/2010	07/07/2010	08/07/2010	09/07/2010	12/07/2010	13/07/2010	14/07/2010	15/07/2010	16/07/2010	
COTA	R\$ 322.234,69	R\$ 334.976,55	R\$ 347.718,42	R\$ 360.460,25	R\$ 373.202,12	R\$ 385.943,99	R\$ 398.685,86	R\$ 411.427,73	R\$ 424.169,60	R\$ 436.911,43	R\$ 449.653,29	R\$ 462.395,16	
COTR	R\$ 56.621,06	R\$ 56.987,27	R\$ 60.070,02	R\$ 63.152,85	R\$ 66.427,86	R\$ 70.982,18	R\$ 75.676,25	R\$ 80.439,74	R\$ 86.724,25	R\$ 96.338,19	R\$ 105.952,60	R\$ 115.372,18	
CRTR	R\$ 77.596,13	R\$ 78.828,74	R\$ 79.858,96	R\$ 98.425,33	R\$ 101.066,14	R\$ 105.449,94	R\$ 109.609,55	R\$ 113.803,07	R\$ 118.309,82	R\$ 123.373,78	R\$ 130.209,26	R\$ 137.044,75	
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86					
V.C.	-R\$ 20.975,07	-R\$ 21.841,47	-R\$ 19.788,94	-R\$ 35.272,48	-R\$ 34.638,28	-R\$ 34.467,76	-R\$ 33.933,30	-R\$ 33.363,33	-R\$ 31.585,57	-R\$ 27.035,59	-R\$ 24.256,66	-R\$ 21.672,57	
CPI	0,73	0,72	0,75	0,64	0,66	0,67	0,69	0,71	0,73	0,78	0,81	0,84	
EAC	R\$ 2.271.278,58	R\$ 2.292.530,23	R\$ 2.203.302,93	R\$ 2.582.987,26	R\$ 2.521.527,78	R\$ 2.462.098,04	R\$ 2.400.474,69	R\$ 2.344.723,62	R\$ 2.260.937,62	R\$ 2.122.426,83	R\$ 2.036.754,06	R\$ 1.968.655,13	
V.P.	-R\$ 265.613,63	-R\$ 277.989,28	-R\$ 287.648,40	-R\$ 297.307,40	-R\$ 306.774,26	-R\$ 314.961,81	-R\$ 323.009,61	-R\$ 330.987,99	-R\$ 337.445,35	-R\$ 340.573,24	-R\$ 343.700,69	-R\$ 347.022,98	
SPI	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22	0,24	0,25	
TP	1.223,58	1.263,79	1.244,54	1.227,16	1.207,90	1.169,00	1.132,69	1.099,67	1.051,57	975,06	912,44	861,69	

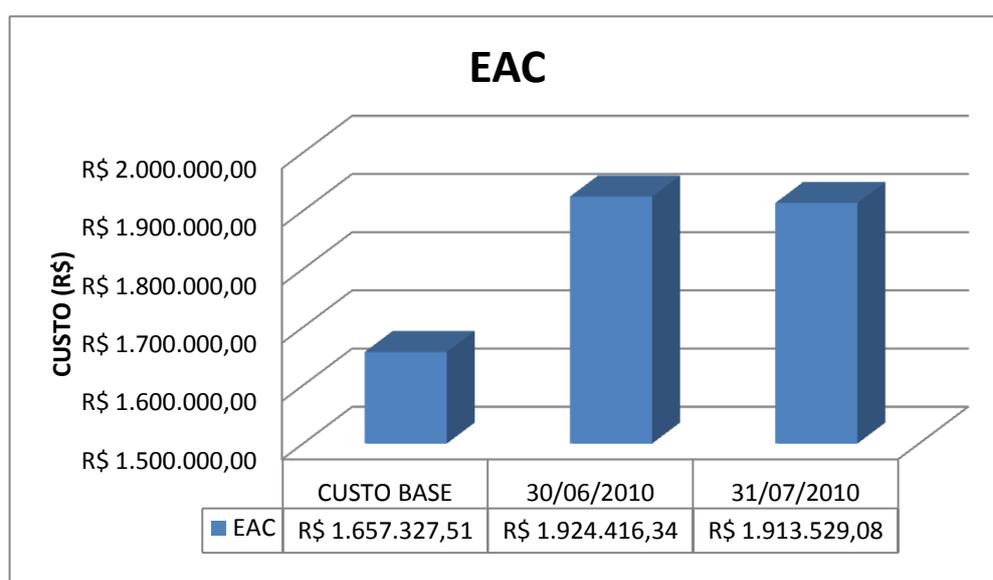
MÊS	JULHO									
SEMANA	S12					S13				
DIA	19/07/2010	20/07/2010	21/07/2010	22/07/2010	23/07/2010	26/07/2010	27/07/2010	28/07/2010	29/07/2010	30/07/2010
COTA	R\$ 475.137,02	R\$ 487.878,89	R\$ 500.620,73	R\$ 513.362,60	R\$ 526.104,47	R\$ 538.846,34	R\$ 551.588,21	R\$ 564.330,08	R\$ 577.071,11	R\$ 589.813,77
COTR	R\$ 124.646,97	R\$ 131.543,74	R\$ 138.442,15	R\$ 145.645,79	R\$ 152.642,14	R\$ 161.340,47	R\$ 171.043,37	R\$ 180.450,28	R\$ 189.089,46	R\$ 192.162,78
CRTR	R\$ 144.221,23	R\$ 151.324,31	R\$ 160.289,23	R\$ 169.085,24	R\$ 177.685,98	R\$ 186.844,81	R\$ 198.071,07	R\$ 206.986,79	R\$ 215.841,57	R\$ 221.868,68
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,85	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,86				
V.C.	-R\$ 19.574,26	-R\$ 19.780,57	-R\$ 21.847,08	-R\$ 23.439,45	-R\$ 25.043,84	-R\$ 25.504,34	-R\$ 27.027,70	-R\$ 26.536,51	-R\$ 26.782,11	-R\$ 29.705,90
CPI	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,88	0,87
EAC	R\$ 1.917.590,23	R\$ 1.906.544,10	R\$ 1.918.864,67	R\$ 1.924.048,88	R\$ 1.929.243,54	R\$ 1.919.314,13	R\$ 1.919.212,85	R\$ 1.901.049,43	R\$ 1.891.801,87	R\$ 1.913.529,08
V.P.	-R\$ 350.490,05	-R\$ 356.335,15	-R\$ 362.178,58	-R\$ 367.716,81	-R\$ 373.462,33	-R\$ 377.505,87	-R\$ 380.544,84	-R\$ 383.879,80	-R\$ 387.982,45	-R\$ 397.650,99
SPI	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,31	0,33
TP	819,55	797,41	777,46	757,82	741,03	718,06	693,34	672,38	656,15	659,91

Após analisarmos os índices e as variâncias obtidas da tabela do mês de julho, podemos realizar as seguintes previsões quanto ao projeto.

**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL / CPI$

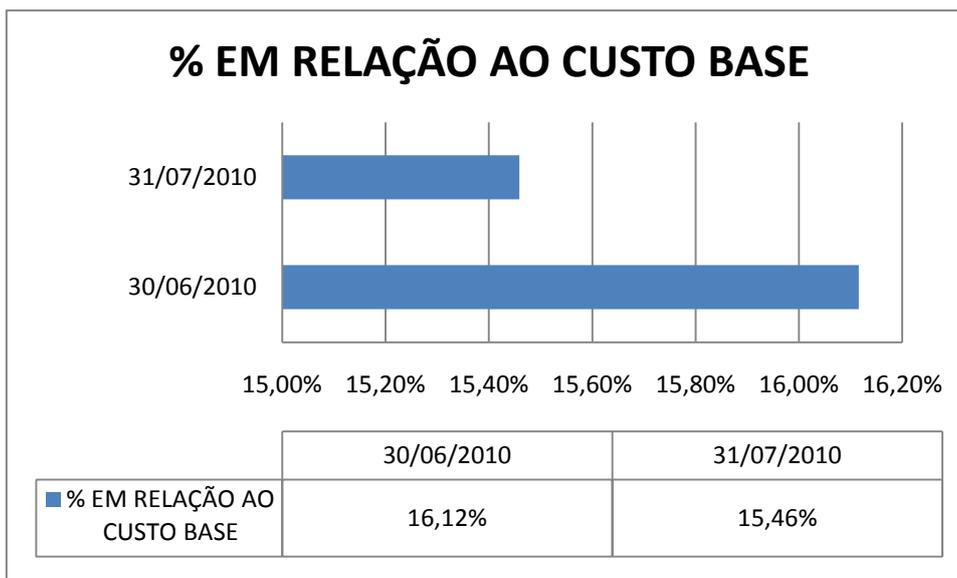
$$EAC = 1.657.327,51 / 0,87 = 1.913.529,08$$

O valor do EAC indica que, se o projeto continuar utilizando somente R\$0,87 de cada R\$1,00 que gastar, estará concluído com um custo de R\$1.913.529,08, o que significaria um aumento total de R\$256.201,57 no final do projeto (Figura 22).



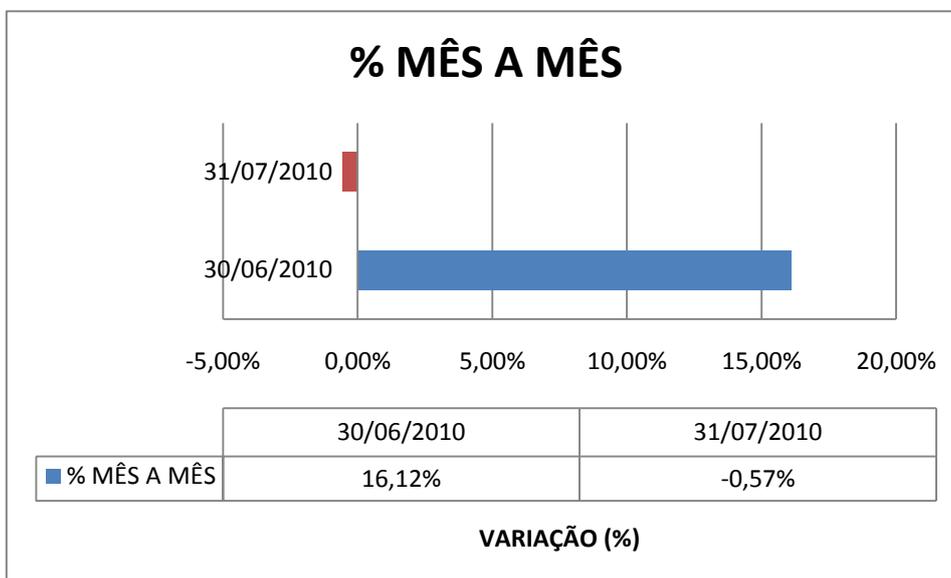
**Figura 22 - EAC de Julho de 2010.**

Com relação ao custo da linha de base, houve um aumento projetado de 15,46%, que representa R\$256.201,57 a mais para concluir o projeto (Figura 23).



**Figura 23 - EAC x Linha de base - Julho de 2010.**

Se a comparação for feita com relação ao custo projetado do mês anterior, ou seja, com a EAC do mês de junho, temos uma redução de 0,57% que resulta em R\$10.887,26 a menos para conclusão do projeto (Figura 24).



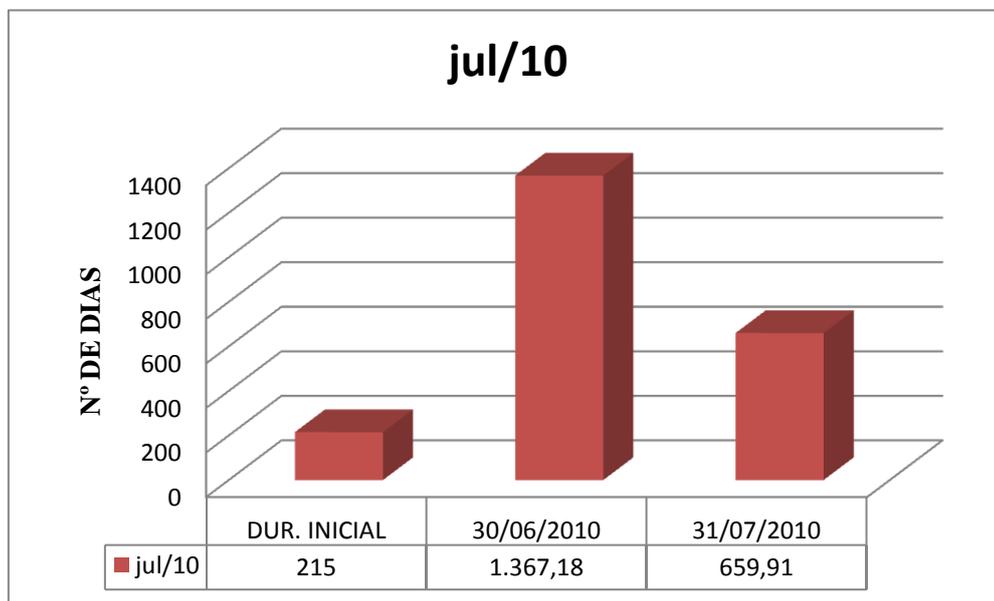
**Figura 24 - EAC comparada com mês anterior.**

**Término projetado (TP):** TP = duração prevista/SPI

$$TP = 215/0,33 = 659,91 \text{ (Figura 25)}$$

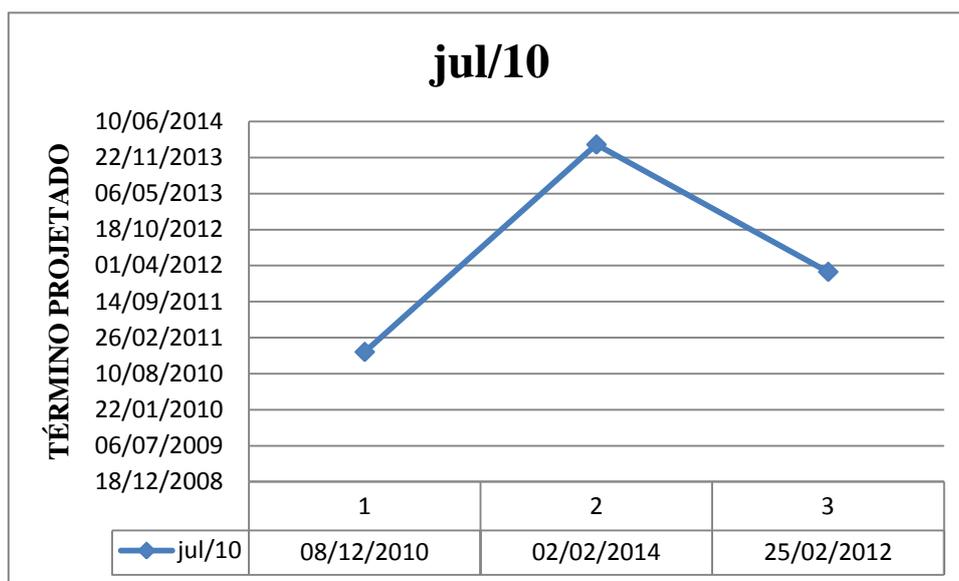
Com relação ao mês anterior, o projeto apresentou um avanço significativo com relação à velocidade de execução (passou de 0,16 para 0,33), o que mostra que a

gerencia encontrou uma maneira eficiente de melhoria. Porém, esta melhoria adotada deve ser aprimorada e mantida afim de que seu efeito consiga recuperar o tempo perdido em maio, junho e julho.



**Figura 25 - Duração prevista (em nº de dias).**

A data prevista para o término da obra, após a atualização do mês de julho, passou a ser 25/02/2010, melhorando em dois anos a previsão do mês anterior (Figura 26).



**Figura 26 - Término projetado.**

Em resumo, a avaliação das medidas adotadas pela obra é positiva, porém a gerência não deve se contentar com este pequeno avanço, mas sim aprimorar ainda mais as ações corretivas para recuperar o prazo e diminuir a projeção de aumento de custos para o fim da obra, especialmente o aumento devido às despesas indiretas geradas pelo atraso no andamento físico.

### **III - MÊS DE AGOSTO DE 2010**

Neste capítulo serão mostrados os resultados referentes ao mês de agosto. Com estes resultados, veremos que, apesar de todo o esforço por parte da gerencia da obra em busca de melhorias significativas, o avanço com relação ao mês anterior ainda não é suficiente para recuperar o atraso e o aumento do custo da obra.

Vejamos então como ficaram os dados da atualização.

Os valores de COTA, COTR e CRTR referentes ao mês de agosto estão representados no gráfico da Figura 27.

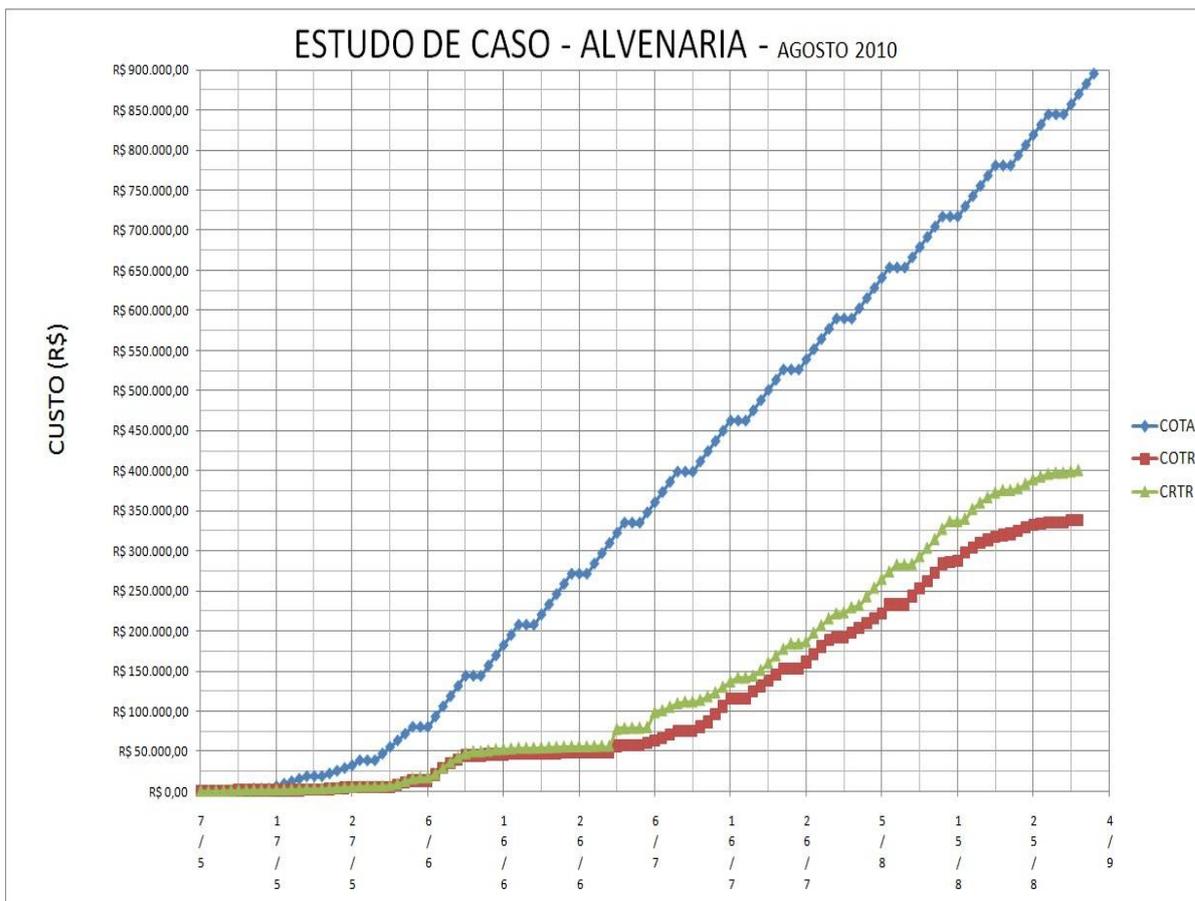


Figura 27 - Gráfico da atualização do mês de Agosto de 2010.

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 338.502,94 - 401.033,38 = -62.530,44$$

Ainda este mês a obra gastou mais do que o necessário para chegar ao avanço físico atual. Este aumento se deveu, provavelmente à entrada de mais empresas terceirizadas para executarem os serviços de elevação de alvenaria, pois, conforme dito anteriormente, o custo por m<sup>2</sup> da elevação de alvenaria executada por empresas terceirizadas é mais alto que se executado por mão de obra própria, porém a velocidade de execução da terceirizada tende a ser maior e, com isso, há uma compensação do aumento de custos com um aumento de velocidade.

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 338.502,94 - 870.134,71 = -531.631,77$$

Um valor negativo de VP indica que o projeto está atrasado. O grande responsável por este atraso é a demora de iniciar os serviços de alvenaria de uma das

torres, o que faz com que os custos com a execução dos serviços sejam muito menores que aqueles planejados na EAP inicial. O grande volume de obras e o aquecimento do mercado geram uma enorme dificuldade na contratação de mão-de-obra, inclusive de empresas terceirizadas, o que está atrasando bastante o projeto no que diz respeito à velocidade de execução.

Os índices gerados à partir destas variâncias foram:

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR/CRTR$

$$CPI = 338.502,94/401.433,38 = 0,84$$

Este valor do CPI quer dizer que, para agregarmos R\$1,00 ao projeto em questão, estamos gastando R\$1,19 na data em estudo. Ou, em outras palavras, a cada R\$1,00 gasto com o projeto nesta data, somente R\$0,84 são realmente convertidos em produto. Isto, se comparado ao mês anterior, indica que houve uma leve redução no desempenho dos custos do projeto.

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR/COTA$

$$SPI = 338.502,94/870.134,71 = 0,39$$

Este valor do SPI significa que estamos caminhando a 39% da velocidade planejada, ou seja, 39% do tempo previsto no orçamento foram convertidos em trabalho. Isto resulta em uma perda de 61% no tempo disponível. Mais uma vez houve uma melhora no ritmo de execução do projeto, porém esta melhoria foi muito pouco expressiva, exigindo ainda ações de melhoria a serem tomadas por parte da gerencia do projeto.

Os valores que embasaram estes dados estão descritos na Tabela 05 que é exibida a seguir.

Tabela 5 - Dados do mês de Agosto de 2010.

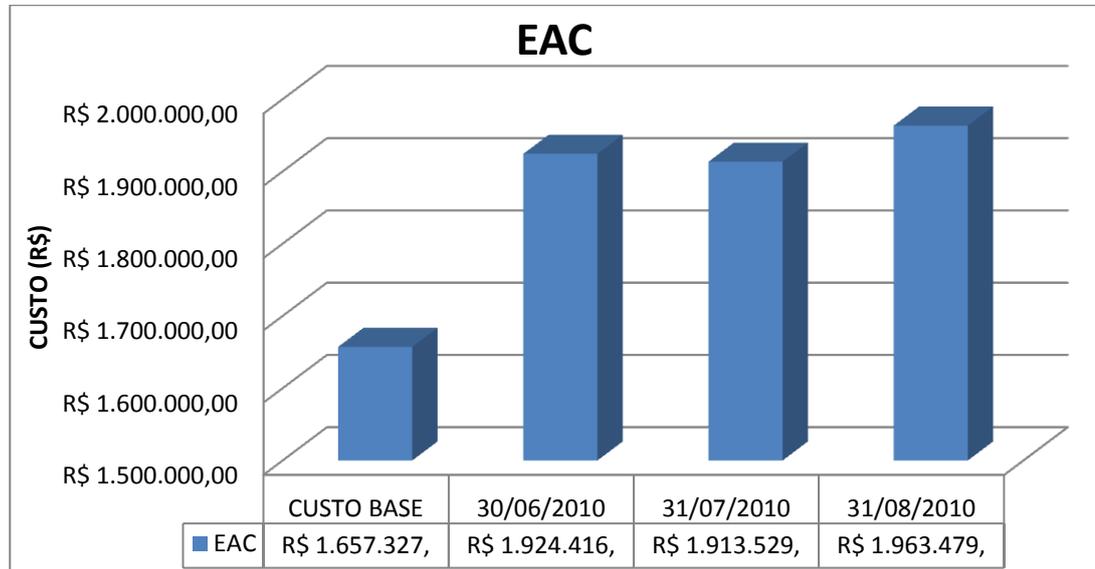
MÊS	AGOSTO														
SEMANA	S13			S14					S15						
DIA	01/08/2010	02/08/2010	03/08/2010	04/08/2010	05/08/2010	06/08/2010	07/08/2010	08/08/2010	09/08/2010	10/08/2010	11/08/2010	12/08/2010	13/08/2010	14/08/2010	15/08/2010
COTA	R\$ 589.813,77	R\$ 602.555,63	R\$ 615.297,49	R\$ 628.039,35	R\$ 640.781,21	R\$ 653.523,07	R\$ 653.523,07	R\$ 653.523,07	R\$ 666.264,93	R\$ 679.006,80	R\$ 691.748,66	R\$ 704.490,52	R\$ 717.232,38	R\$ 717.232,38	R\$ 717.232,38
COTR	R\$ 197.669,62	R\$ 204.183,61	R\$ 210.138,80	R\$ 216.093,91	R\$ 222.042,57	R\$ 232.839,57	R\$ 232.839,57	R\$ 232.839,57	R\$ 243.253,41	R\$ 253.153,88	R\$ 262.469,13	R\$ 273.005,83	R\$ 283.771,58	R\$ 285.688,04	R\$ 287.604,50
CRTR	R\$ 229.865,08	R\$ 232.415,02	R\$ 243.299,62	R\$ 254.184,22	R\$ 265.179,08	R\$ 274.277,47	R\$ 283.060,59	R\$ 283.060,59	R\$ 283.899,36	R\$ 293.424,71	R\$ 303.823,35	R\$ 314.805,91	R\$ 327.585,63	R\$ 337.135,94	R\$ 337.135,94
CUSTO L.B.	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00								
V.C.	-R\$ 32.195,46	-R\$ 28.231,41	-R\$ 33.160,82	-R\$ 38.090,31	-R\$ 43.136,51	-R\$ 41.437,90	-R\$ 50.221,02	-R\$ 50.221,02	-R\$ 40.645,95	-R\$ 40.270,83	-R\$ 41.354,22	-R\$ 41.800,08	-R\$ 43.814,05	-R\$ 51.447,90	-R\$ 49.531,44
CPI	0,86	0,88	0,86	0,85	0,84	0,85	0,82	0,82	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,85	0,85
EAC	R\$ 1.927.264,90	R\$ 1.886.477,60	R\$ 1.918.861,03	R\$ 1.949.460,31	R\$ 1.979.298,76	R\$ 1.952.278,11	R\$ 2.014.795,44	R\$ 2.014.795,44	R\$ 1.934.255,39	R\$ 1.920.969,35	R\$ 1.918.453,40	R\$ 1.911.081,88	R\$ 1.913.217,23	R\$ 1.955.786,00	R\$ 1.942.753,57
V.P.	-R\$ 392.144,15	-R\$ 398.372,02	-R\$ 405.158,69	-R\$ 411.945,44	-R\$ 418.738,64	-R\$ 420.683,50	-R\$ 420.683,50	-R\$ 420.683,50	-R\$ 423.011,52	-R\$ 425.852,92	-R\$ 429.279,53	-R\$ 431.484,69	-R\$ 433.460,80	-R\$ 431.544,34	-R\$ 429.627,88
SPI	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40
TP	641,52	634,48	629,53	624,86	620,46	603,45	603,45	603,45	588,88	576,67	566,64	554,81	543,41	539,77	536,17

MÊS	AGOSTO															
SEMANA	S16								S17							S18
DIA	16/08/2010	17/08/2010	18/08/2010	19/08/2010	20/08/2010	21/08/2010	22/08/2010	23/08/2010	24/08/2010	25/08/2010	26/08/2010	27/08/2010	28/08/2010	29/08/2010	30/08/2010	31/08/2010
COTA	R\$ 729.974,24	R\$ 742.716,10	R\$ 755.457,96	R\$ 768.199,82	R\$ 780.941,69	R\$ 780.941,69	R\$ 780.941,69	R\$ 793.683,55	R\$ 806.425,41	R\$ 819.167,27	R\$ 831.909,13	R\$ 844.650,99	R\$ 844.650,99	R\$ 844.650,99	R\$ 857.392,85	R\$ 870.134,71
COTR	R\$ 297.644,69	R\$ 303.963,86	R\$ 309.984,03	R\$ 313.564,84	R\$ 317.534,43	R\$ 319.454,62	R\$ 321.373,88	R\$ 325.345,33	R\$ 329.315,86	R\$ 331.883,46	R\$ 334.172,95	R\$ 335.534,52	R\$ 335.537,32	R\$ 335.540,12	R\$ 338.500,14	R\$ 338.502,94
CRTR	R\$ 340.365,35	R\$ 352.565,86	R\$ 360.588,85	R\$ 367.209,86	R\$ 372.827,23	R\$ 376.157,75	R\$ 376.157,75	R\$ 378.444,60	R\$ 384.061,97	R\$ 389.403,59	R\$ 393.187,48	R\$ 396.396,11	R\$ 397.968,62	R\$ 397.968,62	R\$ 399.462,16	R\$ 401.033,38
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86								
V.C.	-R\$ 42.720,66	-R\$ 48.602,00	-R\$ 50.604,82	-R\$ 53.645,02	-R\$ 55.292,80	-R\$ 56.703,13	-R\$ 54.783,87	-R\$ 53.099,27	-R\$ 54.746,11	-R\$ 57.520,13	-R\$ 59.014,53	-R\$ 60.861,59	-R\$ 62.431,30	-R\$ 62.428,50	-R\$ 60.962,12	-R\$ 62.530,44
CPI	0,87	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,85	0,84
EAC	R\$ 1.895.202,16	R\$ 1.922.324,25	R\$ 1.927.885,84	R\$ 1.940.864,94	R\$ 1.945.920,71	R\$ 1.951.502,81	R\$ 1.939.848,34	R\$ 1.927.818,19	R\$ 1.932.844,86	R\$ 1.944.565,97	R\$ 1.950.009,50	R\$ 1.957.945,13	R\$ 1.965.695,92	R\$ 1.965.679,52	R\$ 1.955.803,00	R\$ 1.963.479,71
V.P.	-R\$ 432.329,55	-R\$ 438.752,24	-R\$ 445.473,93	-R\$ 454.634,98	-R\$ 463.407,26	-R\$ 461.487,07	-R\$ 459.567,81	-R\$ 468.338,22	-R\$ 477.109,55	-R\$ 487.283,81	-R\$ 497.736,18	-R\$ 509.116,47	-R\$ 509.113,67	-R\$ 509.110,87	-R\$ 518.892,71	-R\$ 531.631,77
SPI	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39
TP	527,29	525,34	523,97	526,73	528,77	525,59	522,45	524,49	526,49	530,67	535,23	541,23	541,22	541,22	544,58	552,67

Após a análise dos dados desta atualização, podemos projetar novos custos finais e nova duração para o projeto.

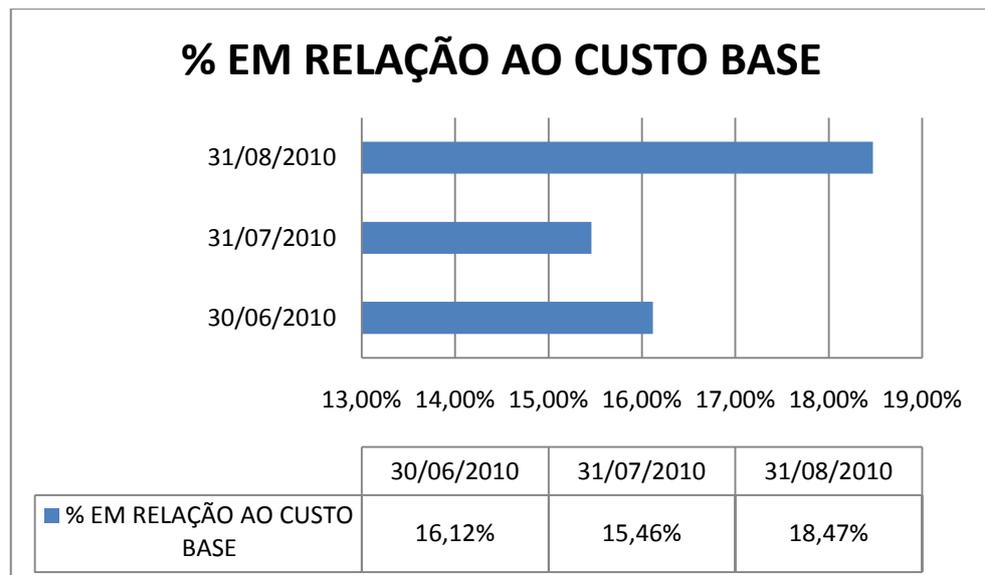
**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL / CPI$

$EAC = 1.657.327,51 / 0,84 = 1.963.479,71$  (Figura 28)



**Figura 28 - EAC do mês de Agosto de 2010.**

Com relação ao custo da linha de base, a atualização do mês de agosto indica que houve um aumento grande, o maior até então (Figura 29).



**Figura 29 - Comparação com custo da Linha de Base.**

O comportamento da EAC do mês de agosto com relação à estimativa final de custos do mês anterior indica que houve um aumento de 2,61%, ou R\$49.950,63 (Figura 30).

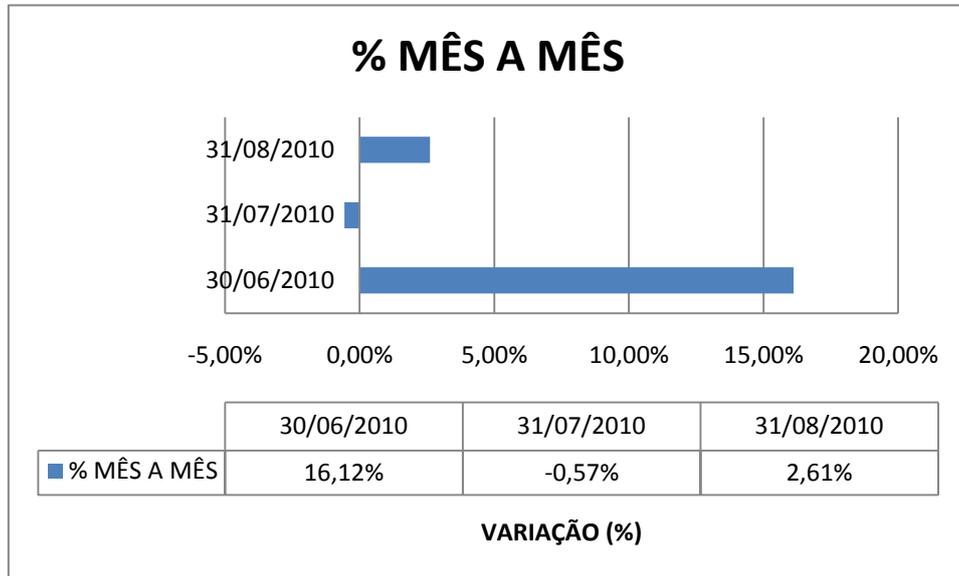


Figura 30 - Custo comparado com o mês anterior.

**Término projetado (TP):** TP = duração prevista/SPI

TP = 215/0,39 = 552,67 dias (Figura 31).

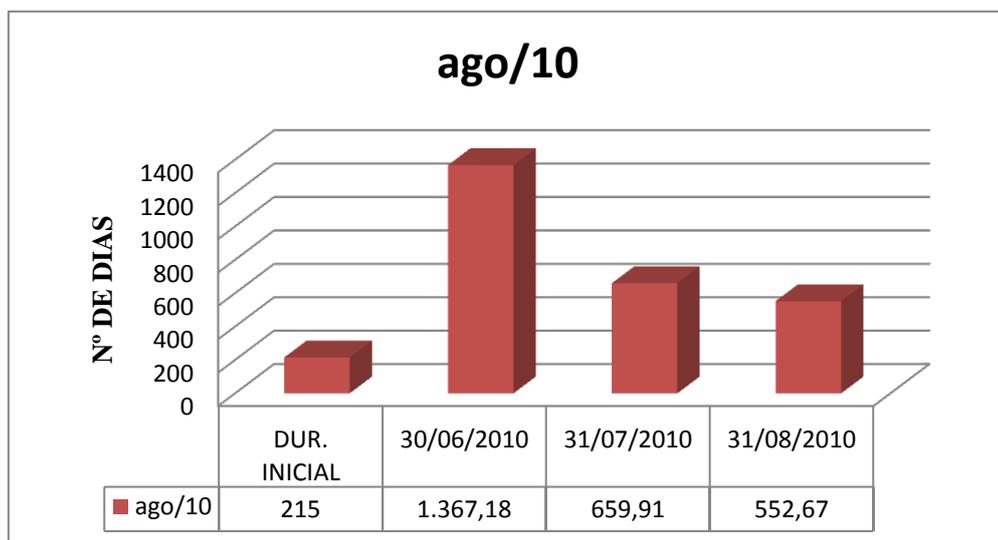


Figura 31 – Duração projetada em dias.

O projeto que, de acordo com as previsões iniciais que geraram a linha de base, terminaria em 07/12/2010, após a atualização do mês de agosto, passou a ser projetado para ser concluído em 10/11/2010 (Figura 32).

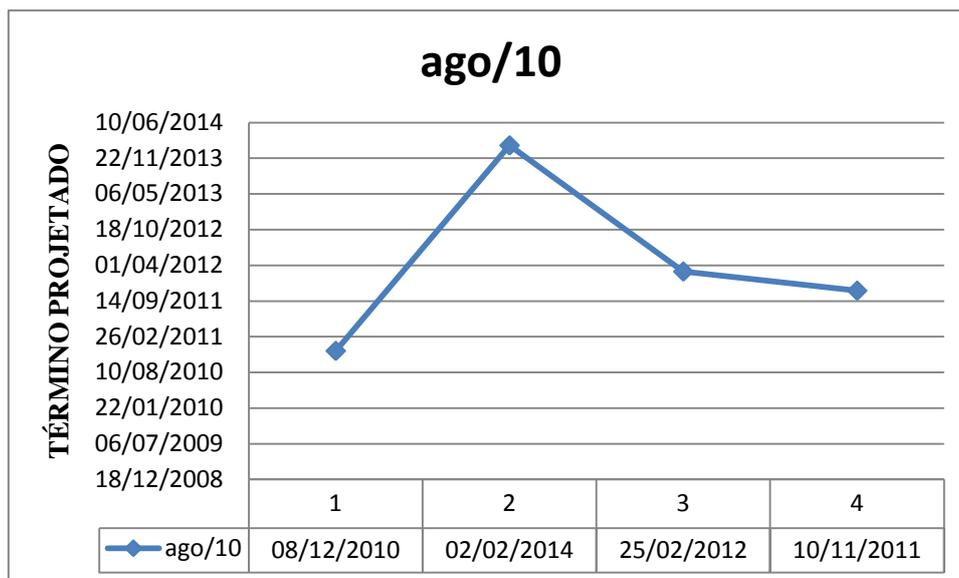
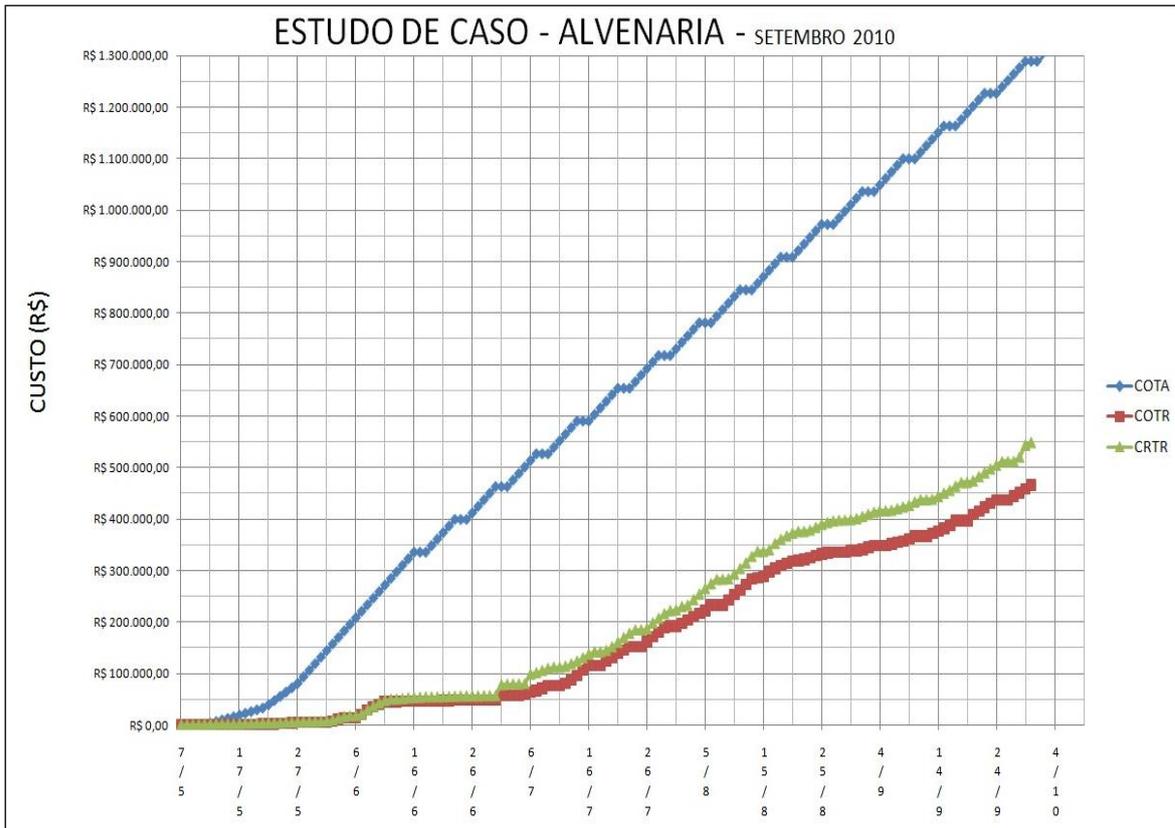


Figura 32 - Término projetado.

#### IV - MÊS DE SETEMBRO DE 2010

Os valores de COTA, COTR e CRTR referentes ao mês de agosto estão representados no gráfico da Figura 33.



**Figura 33 - Gráfico do mês de Setembro de 2010.**

Dados da atualização (ver Tabela 06):

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 465.902,72 - 549.243,99 = -83.341,27$$

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 465.902,72 - 1.150.455,67 = -684.552,95$$

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR/CRTR$

$$CPI = 465.902,72 / 549.243,99 = 0,85$$

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR/COTA$

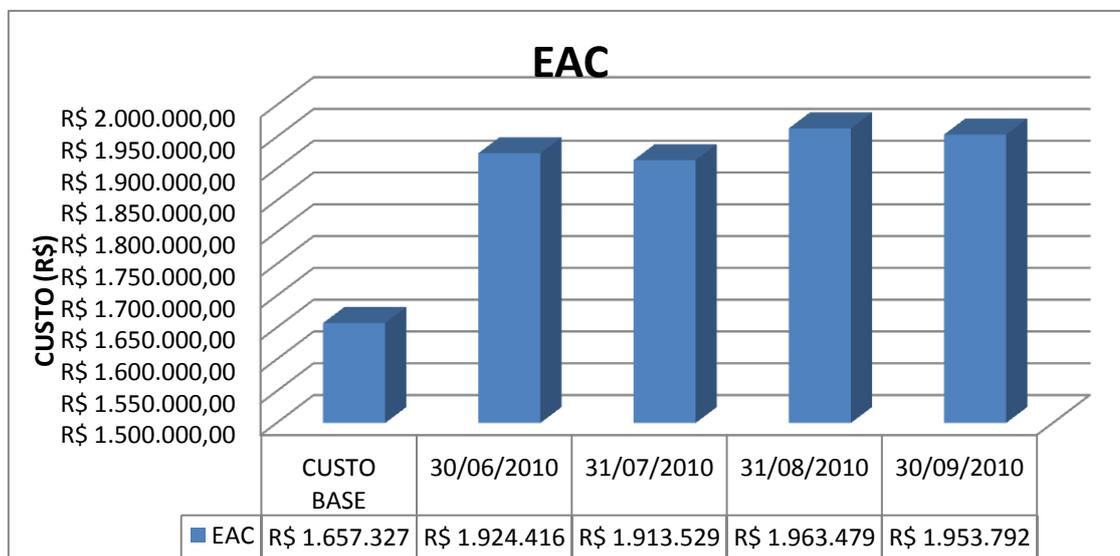
$$SPI = 465.902,72 / 1.150.455,67 = 0,40$$

Tabela 6- Dados do mês de Setembro de 2010.

MÊS	SETEMBRO															
SEMANA	S18					S19					S20					
DIA	01/09/2010	02/09/2010	03/09/2010	04/09/2010	05/09/2010	06/09/2010	07/09/2010	08/09/2010	09/09/2010	10/09/2010	11/09/2010	12/09/2010	13/09/2010	14/09/2010	15/09/2010	
COTA	R\$ 882.876,58	R\$ 895.618,44	R\$ 908.360,30	R\$ 908.360,30	R\$ 908.360,30	R\$ 921.102,16	R\$ 933.844,03	R\$ 946.585,90	R\$ 959.327,77	R\$ 972.069,64	R\$ 972.069,64	R\$ 972.069,64	R\$ 984.811,50	R\$ 997.553,33	R\$ 1.010.295,19	
COTR	R\$ 340.676,53	R\$ 344.802,45	R\$ 348.720,56	R\$ 348.725,05	R\$ 348.730,42	R\$ 351.442,34	R\$ 354.154,37	R\$ 356.866,37	R\$ 361.833,89	R\$ 366.802,33	R\$ 366.806,76	R\$ 366.812,13	R\$ 371.779,74	R\$ 376.747,19	R\$ 382.120,37	
CRTR	R\$ 405.159,29	R\$ 409.166,17	R\$ 413.150,32	R\$ 416.200,14	R\$ 416.200,14	R\$ 417.221,96	R\$ 420.414,67	R\$ 423.607,39	R\$ 426.750,57	R\$ 433.219,44	R\$ 437.813,80	R\$ 437.813,80	R\$ 438.818,52	R\$ 444.417,59	R\$ 450.430,07	
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,87	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,87	R\$ 12.741,83	R\$ 12.741,86				
V.C.	-R\$ 64.482,76	-R\$ 64.363,72	-R\$ 64.429,76	-R\$ 67.475,09	-R\$ 67.469,72	-R\$ 65.779,62	-R\$ 66.260,30	-R\$ 66.741,02	-R\$ 64.916,68	-R\$ 66.417,11	-R\$ 71.007,04	-R\$ 71.001,67	-R\$ 67.038,78	-R\$ 67.670,40	-R\$ 68.309,70	
CPI	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	
EAC	R\$ 1.971.024,06	R\$ 1.966.698,18	R\$ 1.963.536,05	R\$ 1.978.005,14	R\$ 1.977.974,68	R\$ 1.967.530,24	R\$ 1.967.404,21	R\$ 1.967.280,30	R\$ 1.954.668,92	R\$ 1.957.420,76	R\$ 1.978.155,62	R\$ 1.978.126,66	R\$ 1.956.174,39	R\$ 1.955.012,59	R\$ 1.953.599,45	
V.P.	-R\$ 542.200,05	-R\$ 550.815,99	-R\$ 559.639,74	-R\$ 559.635,25	-R\$ 559.629,88	-R\$ 569.659,82	-R\$ 579.689,66	-R\$ 589.719,53	-R\$ 597.493,88	-R\$ 605.267,31	-R\$ 605.262,88	-R\$ 605.257,51	-R\$ 613.031,76	-R\$ 620.806,14	-R\$ 628.174,82	
SPI	0,39	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	
TP	557,18	558,46	560,04	560,03	560,02	563,50	566,92	570,29	570,03	569,78	569,77	569,76	569,52	569,28	568,44	
MÊS	SETEMBRO															
SEMANA	S20				S21					S22						
DIA	16/09/2010	17/09/2010	18/09/2010	19/09/2010	20/09/2010	21/09/2010	22/09/2010	23/09/2010	24/09/2010	25/09/2010	26/09/2010	27/09/2010	28/09/2010	29/09/2010	30/09/2010	
COTA	R\$ 1.023.037,05	R\$ 1.035.778,92	R\$ 1.035.778,92	R\$ 1.035.778,92	R\$ 1.048.520,78	R\$ 1.061.262,64	R\$ 1.074.004,50	R\$ 1.086.746,36	R\$ 1.099.488,22	R\$ 1.099.488,22	R\$ 1.099.488,22	R\$ 1.112.230,08	R\$ 1.124.971,94	R\$ 1.137.713,11	R\$ 1.150.455,67	
COTR	R\$ 387.238,25	R\$ 396.651,11	R\$ 396.655,55	R\$ 396.660,97	R\$ 408.330,81	R\$ 415.809,50	R\$ 422.975,71	R\$ 430.143,73	R\$ 437.309,94	R\$ 437.314,44	R\$ 437.319,81	R\$ 444.457,05	R\$ 451.173,45	R\$ 458.775,14	R\$ 465.902,72	
CRTR	R\$ 456.085,19	R\$ 464.178,13	R\$ 471.245,24	R\$ 471.245,24	R\$ 474.695,57	R\$ 482.746,63	R\$ 490.203,42	R\$ 497.660,21	R\$ 505.117,00	R\$ 512.009,08	R\$ 512.009,08	R\$ 512.573,79	R\$ 521.059,79	R\$ 543.950,89	R\$ 549.243,99	
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86					
V.C.	-R\$ 68.846,94	-R\$ 67.527,02	-R\$ 74.589,69	-R\$ 74.584,27	-R\$ 66.364,76	-R\$ 66.937,13	-R\$ 67.227,71	-R\$ 67.516,48	-R\$ 67.807,06	-R\$ 74.694,64	-R\$ 74.689,27	-R\$ 68.116,74	-R\$ 69.886,34	-R\$ 85.157,75	-R\$ 83.341,27	
CPI	0,85	0,85	0,84	0,84	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,85	0,85	0,87	0,87	0,84	0,85	
EAC	R\$ 1.951.983,13	R\$ 1.939.475,69	R\$ 1.968.982,16	R\$ 1.968.955,25	R\$ 1.926.687,89	R\$ 1.924.124,56	R\$ 1.920.742,95	R\$ 1.917.465,95	R\$ 1.914.304,30	R\$ 1.940.404,10	R\$ 1.940.380,28	R\$ 1.911.326,74	R\$ 1.914.045,97	R\$ 1.965.021,34	R\$ 1.953.792,36	
V.P.	-R\$ 635.798,80	-R\$ 639.127,81	-R\$ 639.123,37	-R\$ 639.117,95	-R\$ 640.189,97	-R\$ 645.453,14	-R\$ 651.028,79	-R\$ 656.602,63	-R\$ 662.178,28	-R\$ 662.173,78	-R\$ 662.168,41	-R\$ 667.773,03	-R\$ 673.798,49	-R\$ 678.938,67	-R\$ 684.552,95	
SPI	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
TP	568,00	561,43	561,43	561,42	552,08	548,74	545,92	543,19	540,55	540,55	540,54	538,03	536,09	533,18	530,90	

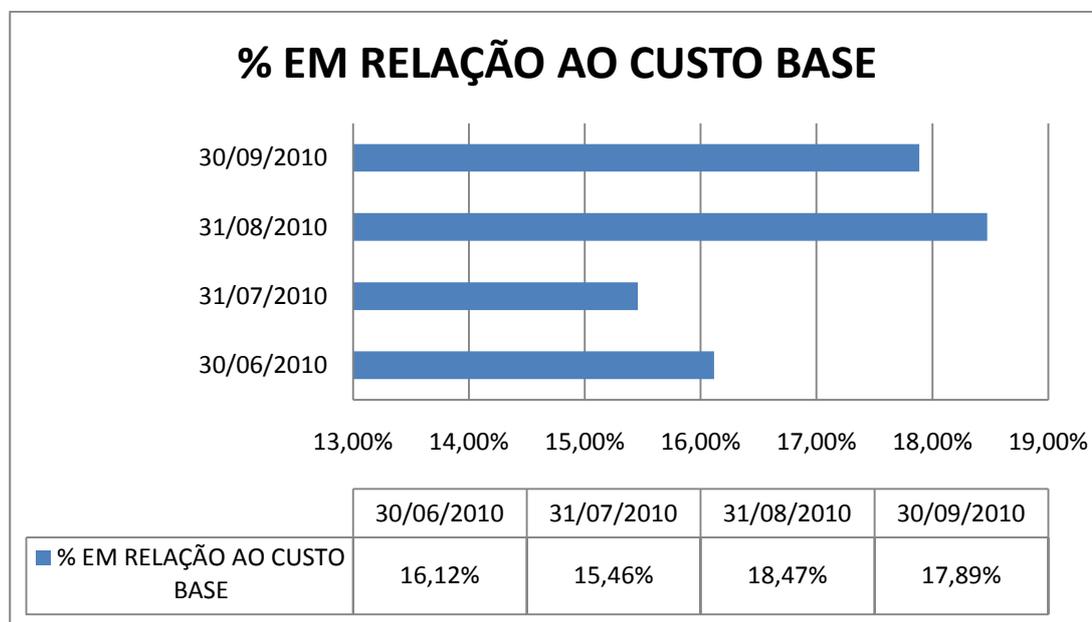
**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL/CPI$

$EAC = 1.657.327,51/0,85 = 1.953.792,36$  (Figura 34).



**Figura 34 - EAC do mês de Setembro de 2010.**

Com relação ao custo da linha de base, houve um aumento de R\$296.464,85 ou, em termos percentuais, 17,89% (Figura 35).



**Figura 35 - EAC x Linha de Base.**

Quando comparada com a EAC do mês de agosto, houve uma redução dos custos de 0,49% (Figura 36).

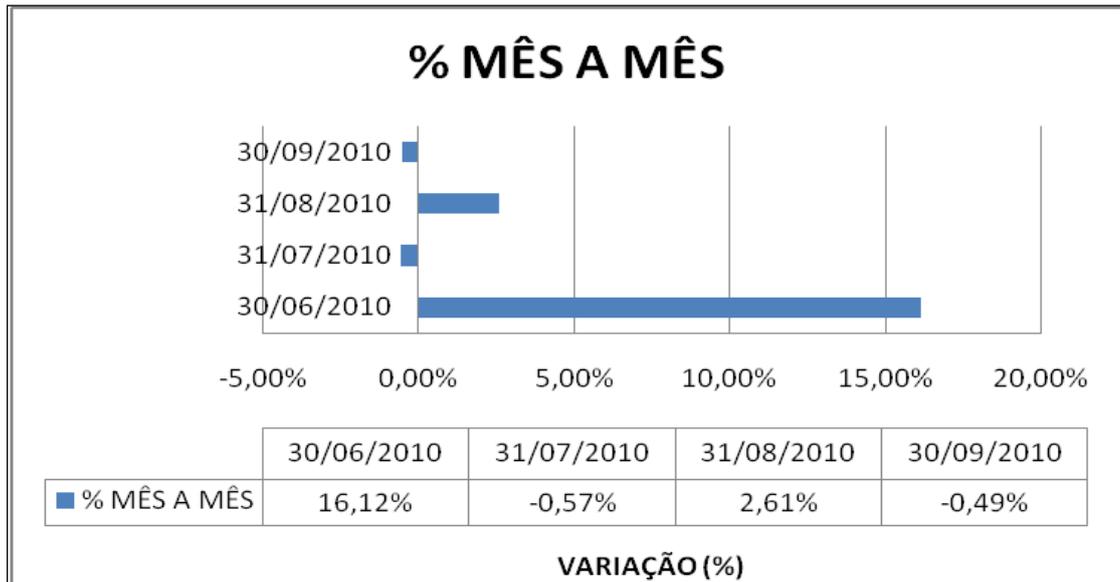


Figura 36 - Comparação com a EAC do mês anterior.

**Término projetado (TP):** TP = duração prevista/SPI

TP = 215/0,40 = 530,90 dias (Figura 37)

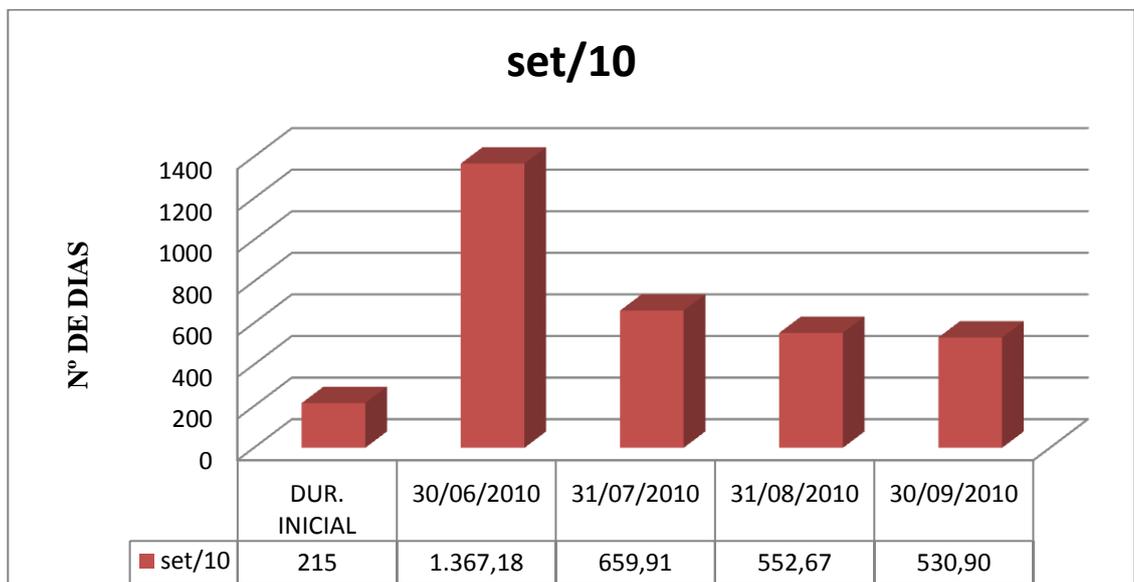
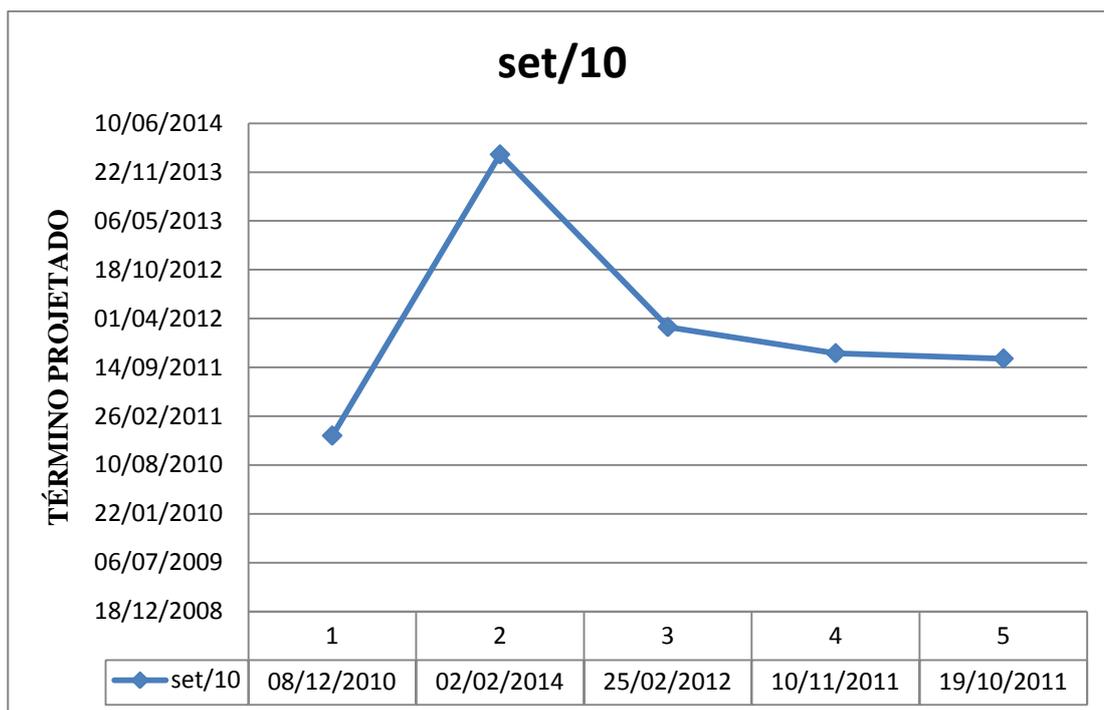


Figura 37 - Duração projetada (nº de dias).

Com a atualização do mês de setembro, a nova data de previsão para conclusão do projeto estudado é 19/10/2011, o que representa um atraso de aproximadamente 10 meses (Figura 38).

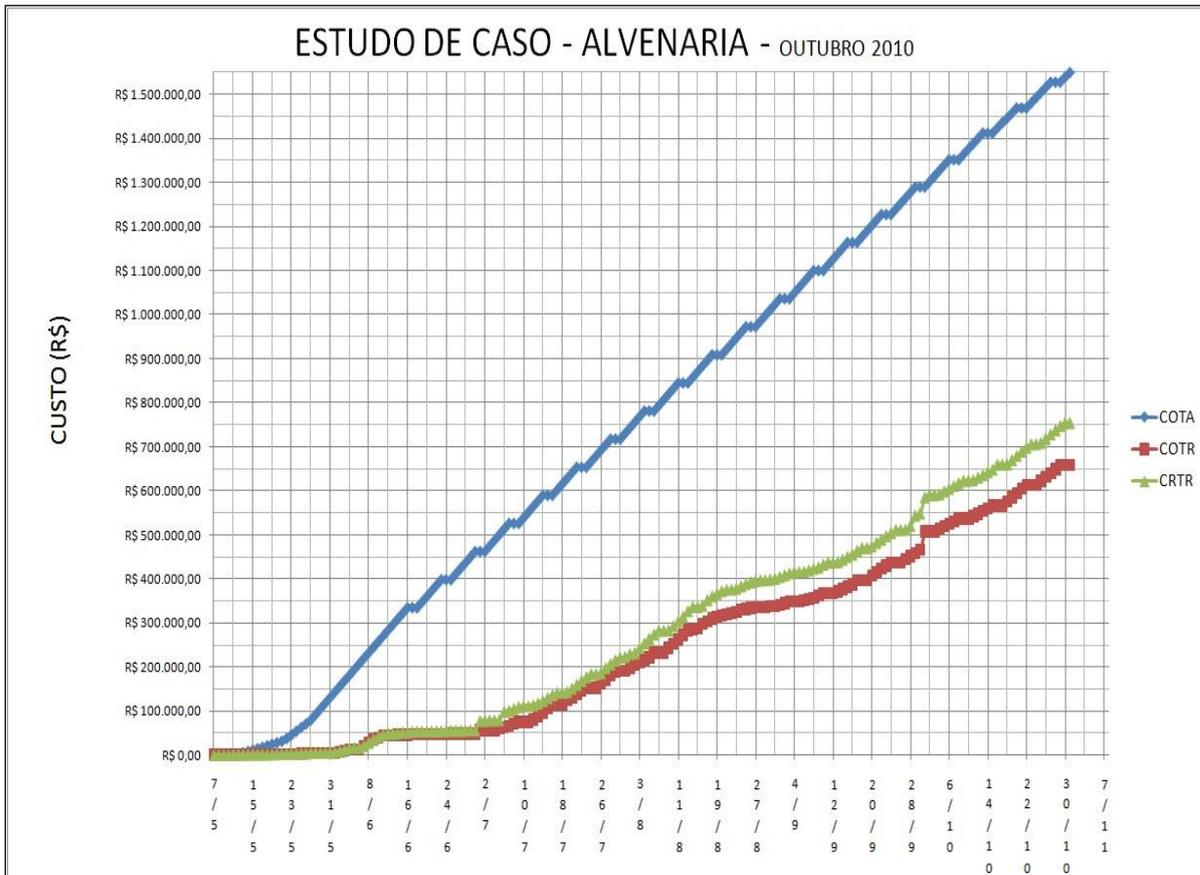


**Figura 38 - Término projetado.**

## **V - MÊS DE OUTUBRO DE 2010**

Neste mês, houveram algumas melhoras no andamento da obra. As empresas terceirizadas conseguiram melhorar seus ritmos e atingiram o prazo desejado para conclusão dos serviços, porém este fato ainda não foi suficiente para que o projeto desse um salto significativo, pois ainda há grande dificuldade em encontrar uma solução para a torre mais atrasada, que continua puxando os índices do projeto para baixo. Enquanto as outras duas torres estão com quase 70% da elevação de alvenaria concluídas, ela está com apenas 5%.

Vejamos a seguir como ficaram os resultados desta medição (Figura 39).



**Figura 39 - Gráfico de Outubro de 2010.**

Os valores do mês de outubro estão na Tabela 7 a seguir.

**Varição de custos (VC):**  $VC = COTR - CRTR$

$$VC = 658.377,12 - 755.096,69 = -96.719,57$$

**Varição de Prazos (VP):**  $VP = COTR - COTA$

$$VP = 658.377,12 - 1.411.085,40 = -752.708,28$$

**Índice de performance de custos (CPI):**  $CPI = COTR / CRTR$

$$CPI = 658.377,12 / 755.096,69 = 0,87$$

**Índice de performance do cronograma (SPI):**  $SPI = COTR / COTA$

$$SPI = 658.377,12 / 1.411.085,40 = 0,47$$

Tabela 7 - Dados do mês de Outubro de 2010.

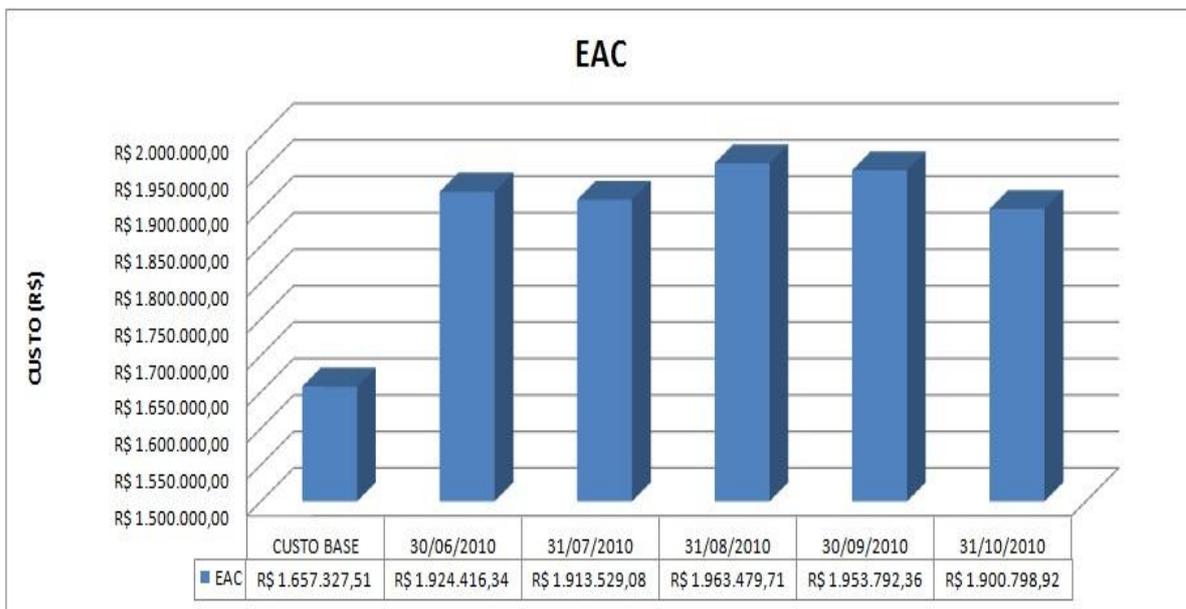
MÊS	OUTUBRO														
SEMANA	S22			S23							S24				
DIA	01/10/2010	02/10/2010	03/10/2010	04/10/2010	05/10/2010	06/10/2010	07/10/2010	08/10/2010	09/10/2010	10/10/2010	11/10/2010	12/10/2010	13/10/2010	14/10/2010	15/10/2010
COTA	R\$ 1.163.197,54	R\$ 1.163.197,54	R\$ 1.163.197,54	R\$ 1.175.939,40	R\$ 1.188.681,27	R\$ 1.201.423,11	R\$ 1.214.164,98	R\$ 1.226.635,59	R\$ 1.226.635,59	R\$ 1.226.635,59	R\$ 1.239.106,20	R\$ 1.251.576,81	R\$ 1.264.047,42	R\$ 1.276.518,01	R\$ 1.288.988,62
COTR	R\$ 507.640,27	R\$ 507.645,64	R\$ 507.650,07	R\$ 513.530,70	R\$ 519.412,68	R\$ 525.247,68	R\$ 530.764,85	R\$ 536.704,17	R\$ 536.709,54	R\$ 536.714,04	R\$ 542.335,64	R\$ 547.956,39	R\$ 553.576,47	R\$ 558.928,83	R\$ 565.973,18
CRTR	R\$ 585.911,88	R\$ 591.660,15	R\$ 591.660,15	R\$ 592.662,49	R\$ 599.220,47	R\$ 605.710,61	R\$ 611.927,68	R\$ 618.388,53	R\$ 623.986,33	R\$ 623.986,33	R\$ 624.515,75	R\$ 630.642,98	R\$ 636.770,20	R\$ 642.880,58	R\$ 648.771,74
CUSTO L.B.	R\$ 12.741,86	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,86	R\$ 12.741,85	R\$ 12.741,86	R\$ 12.470,61	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.470,61	R\$ 12.470,61	R\$ 12.470,61	R\$ 12.470,59	R\$ 12.470,61
V.C.	-R\$ 78.271,61	-R\$ 84.014,51	-R\$ 84.010,08	-R\$ 79.131,79	-R\$ 79.807,79	-R\$ 80.462,93	-R\$ 81.162,83	-R\$ 81.684,36	-R\$ 87.276,79	-R\$ 87.272,29	-R\$ 82.180,11	-R\$ 82.686,59	-R\$ 83.193,73	-R\$ 83.951,75	-R\$ 82.798,56
CPI	0,87	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
EAC	R\$ 1.912.866,13	R\$ 1.931.612,46	R\$ 1.931.595,60	R\$ 1.912.711,06	R\$ 1.911.975,98	R\$ 1.911.214,26	R\$ 1.910.760,63	R\$ 1.909.566,54	R\$ 1.926.833,11	R\$ 1.926.816,95	R\$ 1.908.462,32	R\$ 1.907.418,14	R\$ 1.906.397,45	R\$ 1.906.260,00	R\$ 1.899.784,81
V.P.	-R\$ 655.557,27	-R\$ 655.551,90	-R\$ 655.547,47	-R\$ 662.408,70	-R\$ 669.268,59	-R\$ 676.175,43	-R\$ 683.400,13	-R\$ 689.931,42	-R\$ 689.926,05	-R\$ 689.921,55	-R\$ 696.770,56	-R\$ 703.620,42	-R\$ 710.470,95	-R\$ 717.589,18	-R\$ 723.015,44
SPI	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
TP	492,65	492,64	492,64	492,33	492,03	491,78	491,83	491,38	491,38	491,37	491,22	491,08	490,94	491,03	489,66

MÊS	OUTUBRO															
SEMANA	S24		S25							S26						
DIA	16/10/2010	17/10/2010	18/10/2010	19/10/2010	20/10/2010	21/10/2010	22/10/2010	23/10/2010	24/10/2010	25/10/2010	26/10/2010	27/10/2010	28/10/2010	29/10/2010	30/10/2010	31/10/2010
COTA	R\$ 1.288.988,62	R\$ 1.288.988,62	R\$ 1.301.459,24	R\$ 1.313.929,85	R\$ 1.326.400,46	R\$ 1.338.832,89	R\$ 1.350.913,79	R\$ 1.350.913,79	R\$ 1.350.913,79	R\$ 1.362.994,68	R\$ 1.375.075,58	R\$ 1.387.156,48	R\$ 1.399.237,37	R\$ 1.411.085,40	R\$ 1.411.085,40	R\$ 1.411.085,40
COTR	R\$ 565.978,61	R\$ 565.983,04	R\$ 575.579,78	R\$ 585.191,01	R\$ 594.905,39	R\$ 604.618,62	R\$ 613.185,03	R\$ 613.190,40	R\$ 613.194,84	R\$ 622.298,51	R\$ 631.402,07	R\$ 640.263,61	R\$ 649.367,15	R\$ 658.368,19	R\$ 658.372,22	R\$ 658.377,12
CRTR	R\$ 660.421,41	R\$ 660.421,41	R\$ 660.994,58	R\$ 670.394,94	R\$ 679.894,08	R\$ 689.393,21	R\$ 698.892,34	R\$ 706.618,47	R\$ 706.618,47	R\$ 709.444,98	R\$ 719.131,93	R\$ 728.784,47	R\$ 738.484,70	R\$ 748.400,29	R\$ 755.096,69	R\$ 755.096,69
CUSTO L.B.	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.470,61	R\$ 12.470,61	R\$ 12.470,61	R\$ 12.432,43	R\$ 12.080,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 12.080,90	R\$ 12.080,90	R\$ 12.080,90	R\$ 12.080,90	R\$ 11.848,02	R\$ 0,00	R\$ 0,00
V.C.	-R\$ 94.442,80	-R\$ 94.438,37	-R\$ 85.414,80	-R\$ 85.203,93	-R\$ 84.988,69	-R\$ 84.774,59	-R\$ 85.707,31	-R\$ 93.428,07	-R\$ 93.423,63	-R\$ 87.146,47	-R\$ 87.729,86	-R\$ 88.520,86	-R\$ 89.117,55	-R\$ 90.032,10	-R\$ 96.724,07	-R\$ 96.719,57
CPI	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87
EAC	R\$ 1.933.879,75	R\$ 1.933.864,61	R\$ 1.903.271,34	R\$ 1.898.634,73	R\$ 1.894.094,73	R\$ 1.889.704,18	R\$ 1.888.978,77	R\$ 1.909.844,36	R\$ 1.909.830,54	R\$ 1.889.419,09	R\$ 1.887.604,09	R\$ 1.886.464,47	R\$ 1.884.775,06	R\$ 1.883.967,68	R\$ 1.900.811,91	R\$ 1.900.798,92
V.P.	-R\$ 723.010,01	-R\$ 723.005,58	-R\$ 725.879,46	-R\$ 728.738,84	-R\$ 731.495,07	-R\$ 734.214,27	-R\$ 737.728,76	-R\$ 737.723,39	-R\$ 737.718,95	-R\$ 740.696,17	-R\$ 743.673,51	-R\$ 746.892,87	-R\$ 749.870,22	-R\$ 752.717,21	-R\$ 752.712,73	-R\$ 752.708,28
SPI	0,44	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47
TP	489,65	489,65	486,14	482,74	479,36	476,08	473,67	473,66	473,66	470,91	468,23	465,81	463,28	460,81	460,81	460,80

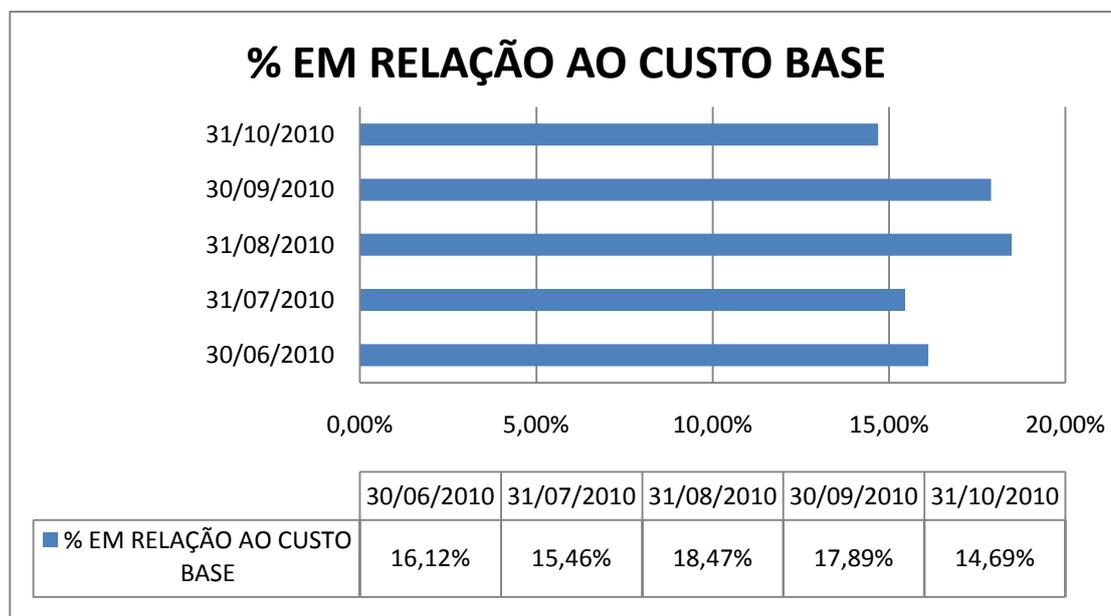
**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL/CPI$

$$EAC = 1.657.327,51/0,87 = 1.900.798,92$$



**Figura 40 - EAC do mês de Outubro de 2010.**

Este novo valor de EAC é 14,69% maior quando comparado com a EAC da linha de base (Figura 41).



**Figura 41 - EAC x Linha de Base.**

Quando a comparação é feita com o mês de setembro, houve uma redução de 2,71%, ou R\$52.993,47 (Figura 42).

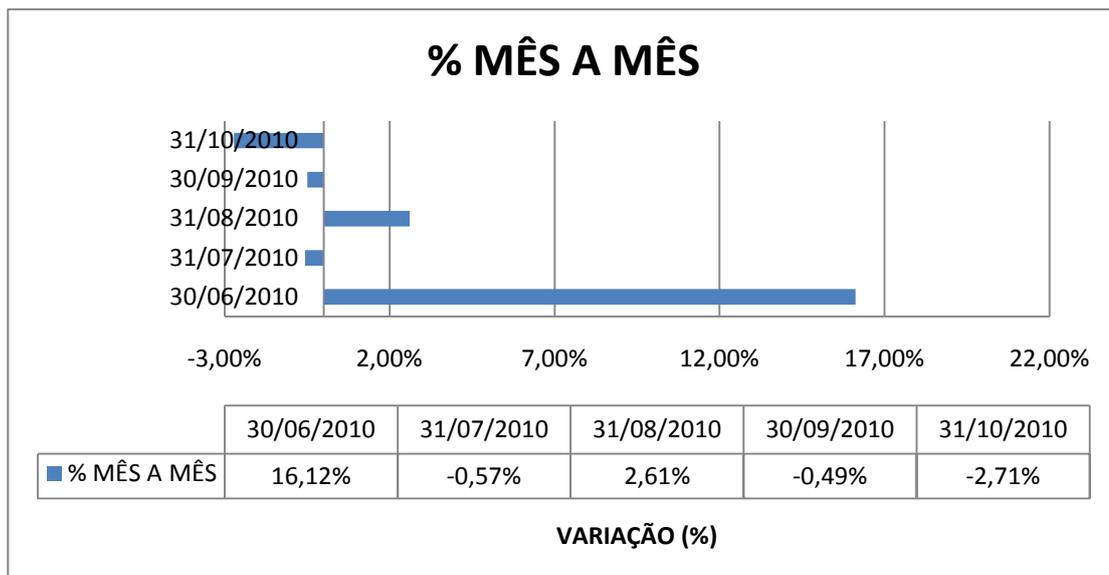


Figura 42 - Comparação com EAC do mês anterior.

**Término projetado (TP):**  $TP = \text{duração prevista}/SPI$

$TP = 215/0,47 = 460,80$  dias (Figura 43).

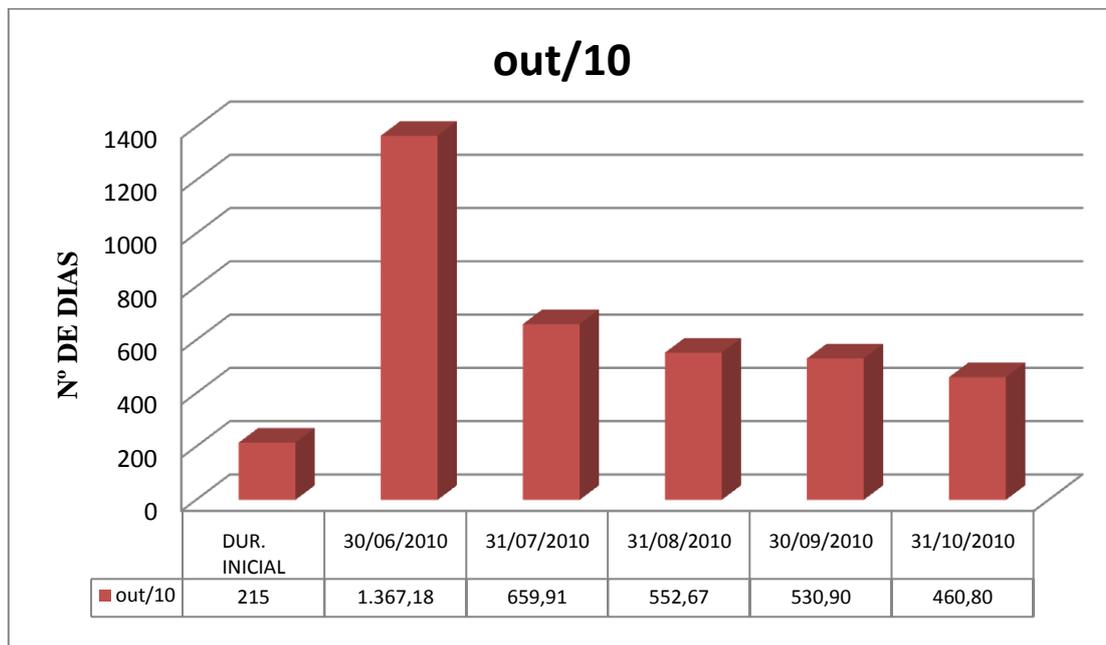


Figura 43 - Duração projetada (em nº de dias).

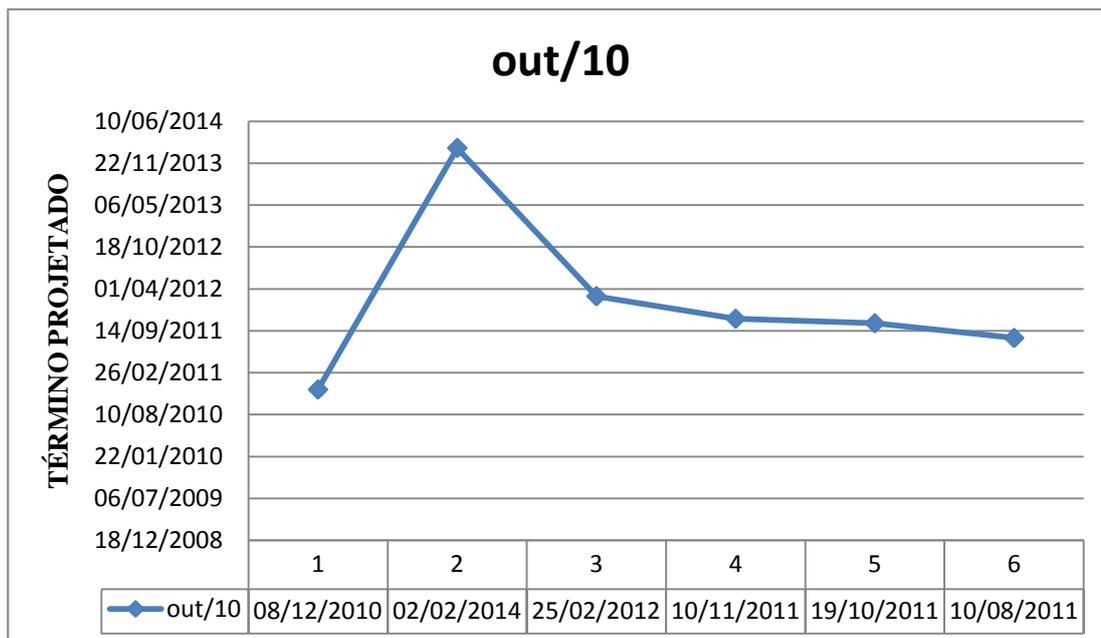


Figura 44 - Término projetado.

## VI - MÊS DE NOVEMBRO DE 2010

Esta é a última atualização para este estudo de caso. Neste mês tivemos, sem sombra de dúvidas os melhores resultados deste projeto. Muito disso se deve ao fato de a torre mais atrasada ter ganhado um novo gás com a entrada de duas empresas terceirizadas para a execução da elevação de alvenaria; além disso, o ritmo mantido pelas outras torres foi decisivo para que não houvesse uma queda no desempenho do projeto.

O gráfico referente ao mês de novembro está representado na Figura 45.



Tabela 8 - Dados do mês de Novembro de 2010.

MÊS	NOVEMBRO														
SEMANA	S27							S28							S29
DIA	01/11/2010	02/11/2010	03/11/2010	04/11/2010	05/11/2010	06/11/2010	07/11/2010	08/11/2010	09/11/2010	10/11/2010	11/11/2010	12/11/2010	13/11/2010	14/11/2010	15/11/2010
COTA	R\$ 1.422.776,58	R\$ 1.434.467,76	R\$ 1.444.697,54	R\$ 1.456.388,72	R\$ 1.468.079,90	R\$ 1.468.079,90	R\$ 1.468.079,90	R\$ 1.479.771,08	R\$ 1.491.462,26	R\$ 1.503.153,44	R\$ 1.514.844,62	R\$ 1.526.535,80	R\$ 1.526.535,80	R\$ 1.526.535,80	R\$ 1.538.226,98
COTR	R\$ 666.455,94	R\$ 674.338,92	R\$ 686.696,49	R\$ 698.858,22	R\$ 711.215,74	R\$ 711.220,23	R\$ 711.225,60	R\$ 723.412,65	R\$ 735.769,29	R\$ 748.126,81	R\$ 758.692,83	R\$ 766.379,14	R\$ 766.383,58	R\$ 766.388,95	R\$ 773.879,47
CRTR	R\$ 758.776,72	R\$ 767.722,03	R\$ 775.862,77	R\$ 785.575,63	R\$ 795.468,79	R\$ 803.741,82	R\$ 803.741,82	R\$ 805.406,57	R\$ 815.522,02	R\$ 825.639,27	R\$ 835.762,21	R\$ 845.736,96	R\$ 854.071,09	R\$ 854.071,09	R\$ 855.527,74
CUSTO L.B.	R\$ 11.691,18	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 11.691,18	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 11.691,18								
V.C.	-R\$ 92.320,78	-R\$ 93.383,11	-R\$ 89.166,28	-R\$ 86.717,41	-R\$ 84.253,05	-R\$ 92.521,59	-R\$ 92.516,22	-R\$ 81.993,92	-R\$ 79.752,73	-R\$ 77.512,46	-R\$ 77.069,38	-R\$ 79.357,82	-R\$ 87.687,51	-R\$ 87.682,14	-R\$ 81.648,27
CPI	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90
EAC	R\$ 1.886.908,73	R\$ 1.886.835,84	R\$ 1.872.528,45	R\$ 1.862.976,02	R\$ 1.853.660,20	R\$ 1.872.926,80	R\$ 1.872.912,66	R\$ 1.845.174,35	R\$ 1.836.971,31	R\$ 1.829.041,09	R\$ 1.825.681,81	R\$ 1.828.942,17	R\$ 1.846.954,38	R\$ 1.846.941,44	R\$ 1.832.184,10
V.P.	-R\$ 756.320,64	-R\$ 760.128,84	-R\$ 758.001,05	-R\$ 757.530,50	-R\$ 756.864,16	-R\$ 756.859,67	-R\$ 756.854,30	-R\$ 756.358,43	-R\$ 755.692,97	-R\$ 755.026,63	-R\$ 756.151,79	-R\$ 760.156,66	-R\$ 760.152,22	-R\$ 760.146,85	-R\$ 764.347,51
SPI	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TP	458,99	457,35	452,32	448,05	443,80	443,80	443,79	439,79	435,82	431,98	429,28	428,25	428,25	428,25	427,35

MÊS	NOVEMBRO														
SEMANA	S29						S30								
DIA	16/11/2010	17/11/2010	18/11/2010	19/11/2010	20/11/2010	21/11/2010	22/11/2010	23/11/2010	24/11/2010	25/11/2010	26/11/2010	27/11/2010	28/11/2010	29/11/2010	30/11/2010
COTA	R\$ 1.548.548,98	R\$ 1.557.501,79	R\$ 1.566.454,60	R\$ 1.575.407,41	R\$ 1.575.407,41	R\$ 1.575.407,41	R\$ 1.584.360,22	R\$ 1.593.313,03	R\$ 1.602.265,84	R\$ 1.611.218,65	R\$ 1.620.171,46	R\$ 1.620.171,46	R\$ 1.620.171,46	R\$ 1.629.124,27	R\$ 1.635.392,17
COTR	R\$ 782.013,65	R\$ 792.997,37	R\$ 803.981,22	R\$ 814.964,86	R\$ 814.966,50	R\$ 814.968,19	R\$ 825.951,99	R\$ 836.546,05	R\$ 847.140,11	R\$ 858.123,82	R\$ 868.863,96	R\$ 868.865,66	R\$ 868.867,30	R\$ 879.461,00	R\$ 885.420,32
CRTR	R\$ 865.572,15	R\$ 876.151,10	R\$ 889.679,21	R\$ 903.321,08	R\$ 915.108,86	R\$ 915.108,86	R\$ 916.951,13	R\$ 930.221,18	R\$ 943.222,72	R\$ 956.870,78	R\$ 970.518,56	R\$ 981.950,56	R\$ 981.950,56	R\$ 984.371,39	R\$ 996.109,67
CUSTO L.B.	R\$ 10.322,00	R\$ 8.952,81	R\$ 8.952,81	R\$ 8.952,81	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 8.952,81	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 8.952,81	R\$ 6.267,90				
V.C.	-R\$ 83.558,50	-R\$ 83.153,73	-R\$ 85.697,99	-R\$ 88.356,22	-R\$ 100.142,36	-R\$ 100.140,67	-R\$ 90.999,14	-R\$ 93.675,13	-R\$ 96.082,61	-R\$ 98.746,96	-R\$ 101.654,60	-R\$ 113.084,90	-R\$ 113.083,26	-R\$ 104.914,09	-R\$ 110.689,35
CPI	0,90	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,88	0,88	0,89	0,89
EAC	R\$ 1.834.413,68	R\$ 1.831.114,93	R\$ 1.833.985,41	R\$ 1.837.010,34	R\$ 1.860.978,44	R\$ 1.860.974,58	R\$ 1.839.923,33	R\$ 1.842.912,48	R\$ 1.845.301,55	R\$ 1.848.041,31	R\$ 1.851.230,09	R\$ 1.873.032,57	R\$ 1.873.029,03	R\$ 1.855.028,51	R\$ 1.864.515,55
V.P.	-R\$ 766.535,33	-R\$ 764.504,42	-R\$ 762.473,38	-R\$ 760.442,55	-R\$ 760.440,91	-R\$ 760.439,22	-R\$ 758.408,23	-R\$ 756.766,98	-R\$ 755.125,73	-R\$ 753.094,83	-R\$ 751.307,50	-R\$ 751.305,80	-R\$ 751.304,16	-R\$ 749.662,37	-R\$ 749.971,85
SPI	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
TP	425,74	422,27	418,90	415,62	415,62	415,61	412,42	409,50	406,65	403,69	400,91	400,91	400,91	398,27	397,11

**Estimativa no Término (EAC):**  $EAC = COTA\ FINAL/CPI$

$EAC = 1.657.327,51/0,89 = 1.864.515,55$  (Figura 46)

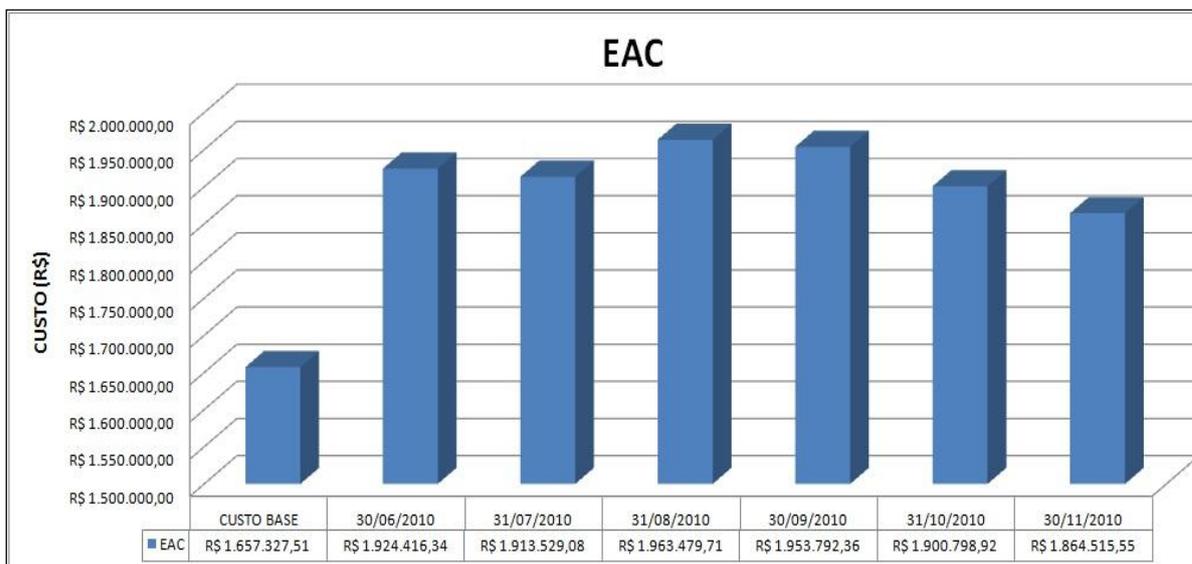


Figura 46 - EAC de novembro de 2010.

Na comparação com o custo da linha de base, a EAC de novembro apresentou um aumento projetado de 12,5% (Figura 47). Foi, até então, o menor aumento de todas as atualizações.

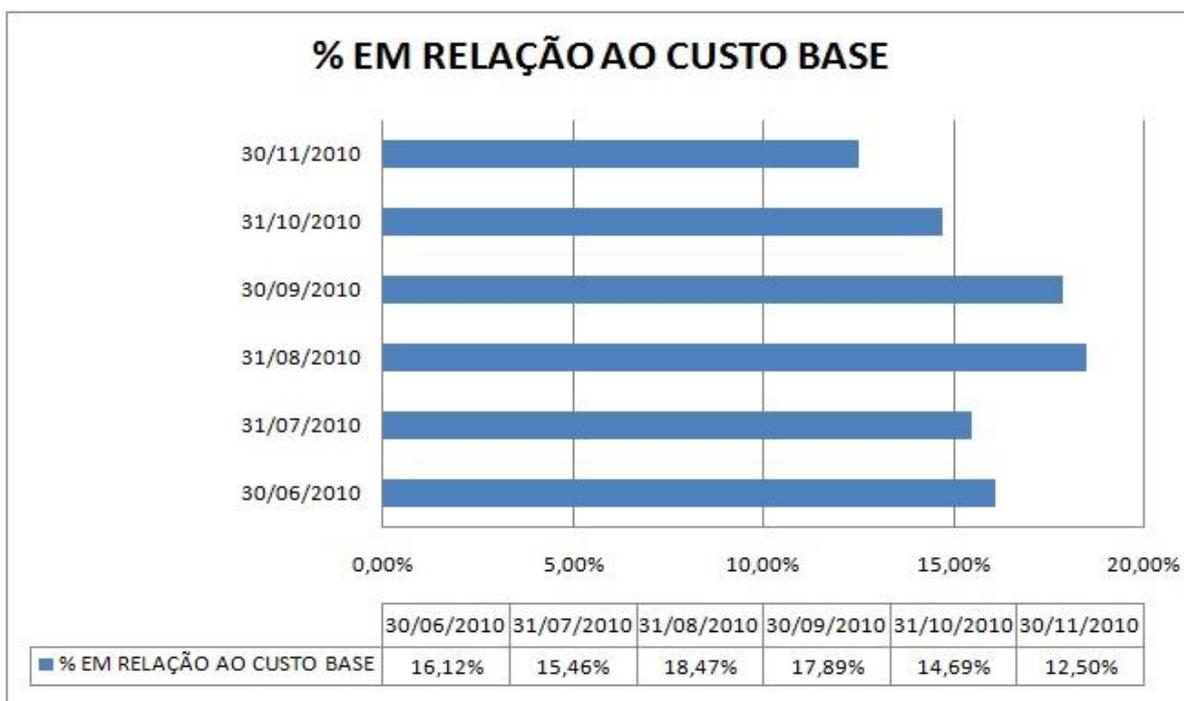


Figura 47 - EAC x Linha de Base.

Na comparação com o mês anterior, a EAC de novembro apresentou uma queda de 1,91%, fortalecendo uma tendência de queda nos custos finais estimados do projeto (Figura 48).

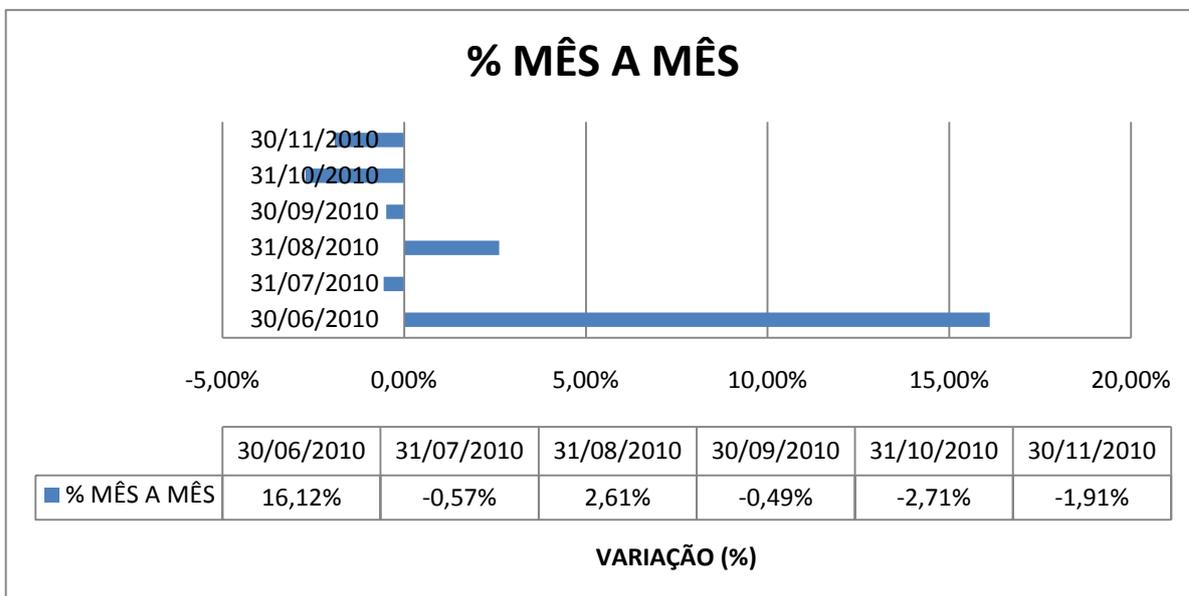


Figura 3. 3 - Comparação com EAC do mês anterior.

**Término projetado (TP):** TP = duração prevista/SPI

$$TP = 215/0,54 = 397,11$$

De acordo com esta atualização, o projeto irá custar R\$1.864.515,55 ao invés de R\$1.657.327,51 e a duração será de 397,11 dias, ao invés de 215 dias (Figura 49).

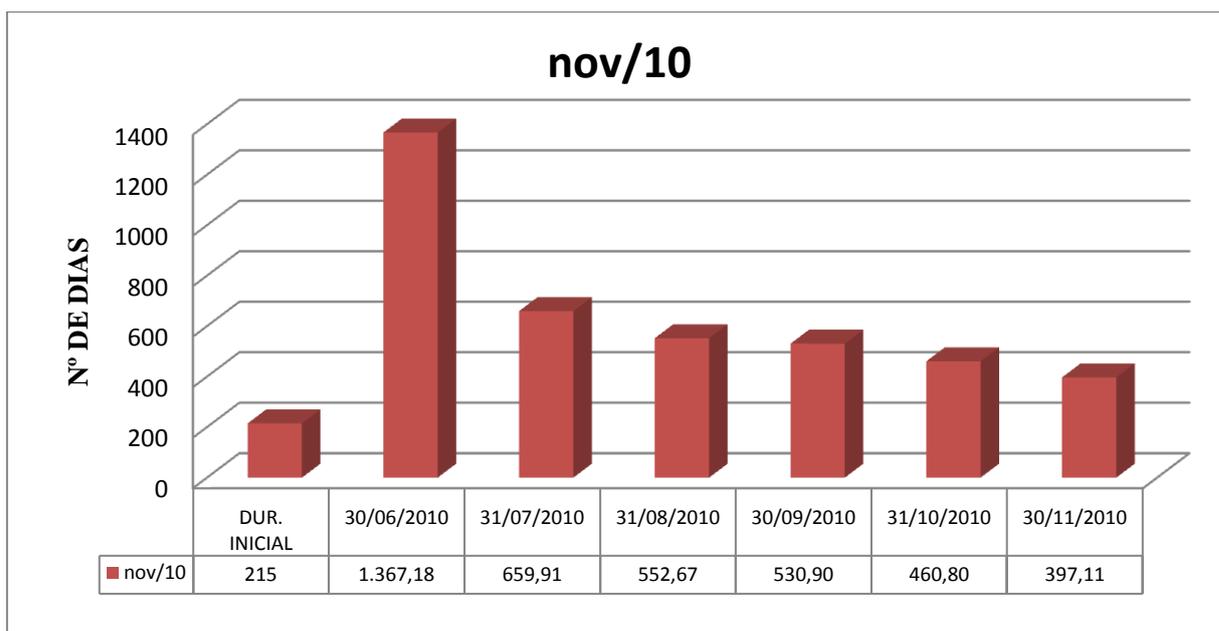


Figura 49 - Duração projetada.

Após a atualização de novembro, a nova data estimada para conclusão do projeto é 08/06/2011 (Figura 50), também comprovando uma tendência de evolução em termos de velocidade de execução do projeto.

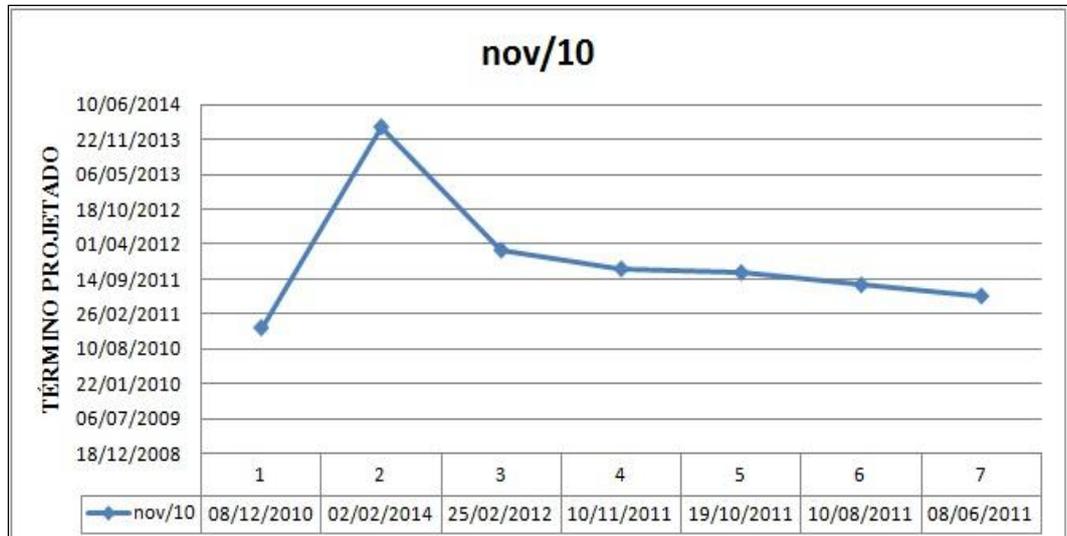


Figura 50 - Término projetado.

#### 4.2.3 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após concluirmos as atualizações mensais, podemos verificar que o projeto encontra-se bastante atrasado e não menos estourado quanto ao prazo e ao custo, respectivamente. A atualização do mês de junho foi bastante insalubre para estes itens, porém serviu como um aviso aos gerentes para que tomassem as providencias necessárias para evitar que, no mês seguinte a tendência de estouro e atraso não continuassem a subir.

As medidas e ações corretivas devem, preferencialmente, atuar nos serviços mais críticos e a Análise de Valor Agregado permite esta escolha de maneira simples. Com o auxílio do MS Project®, os custos dos serviços (marcação e elevação de alvenaria) podem ser obtidos separadamente e, com eles, podem ser gerados gráficos como os das figuras 51 a 54, que representam os índices CPI e SPI de cada serviço mês-a-mês.

### VARIAÇÃO MENSAL DE CPI - MARCAÇÃO DE ALVENARIA

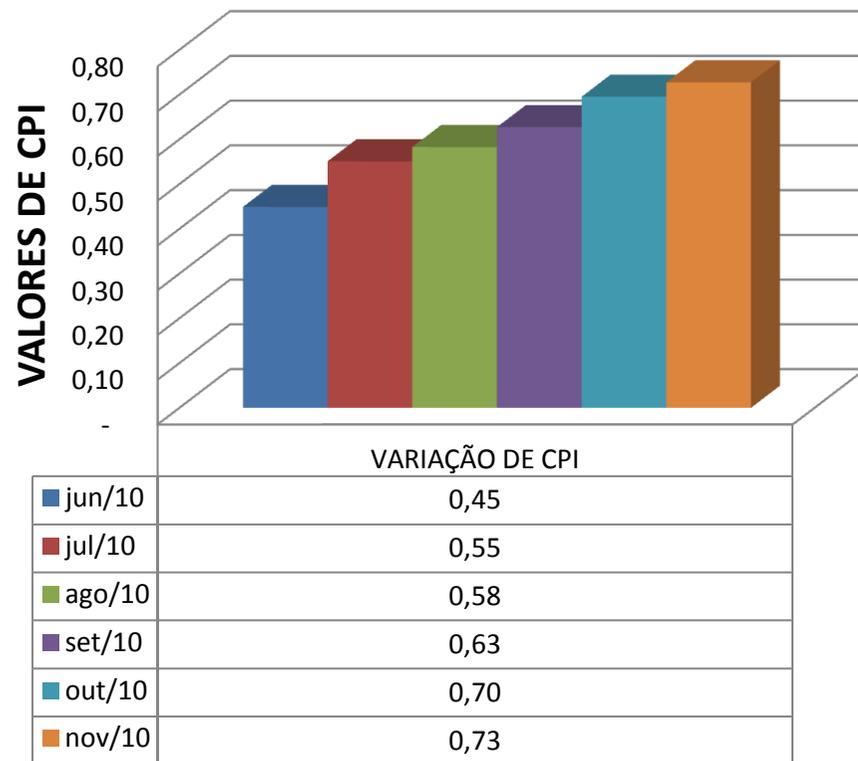


Figura 51 - Variação mensal do CPI - Marcação de alvenaria.

### VARIAÇÃO MENSAL DE SPI - MARCAÇÃO DE ALVENARIA

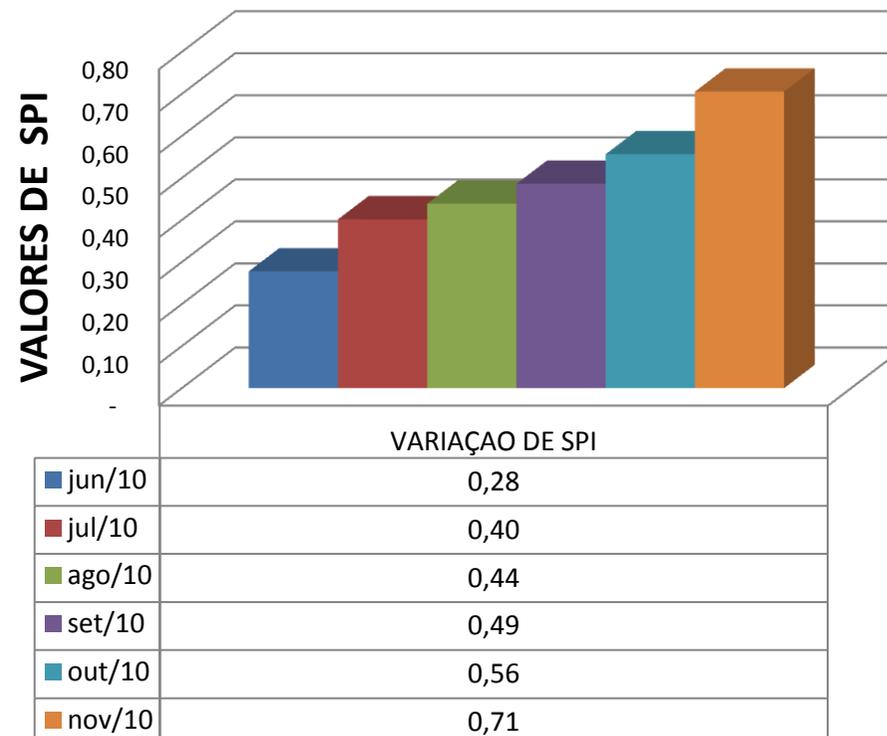
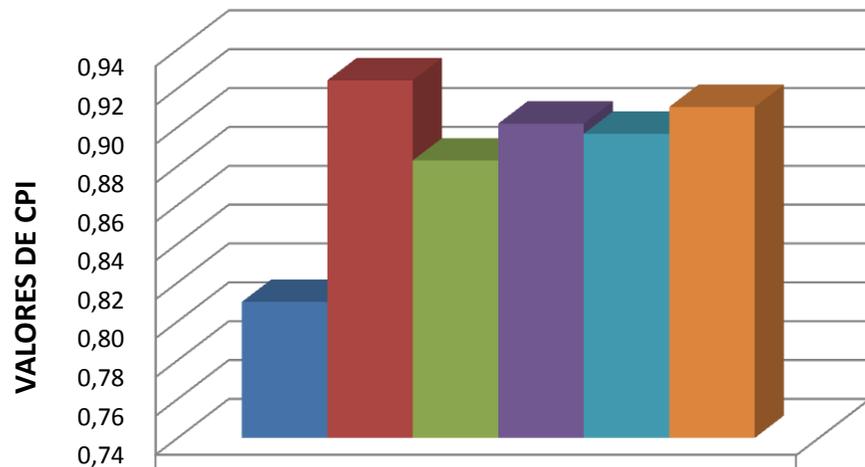


Figura 52 - Variação mensal de SPI - Marcação de alvenaria.

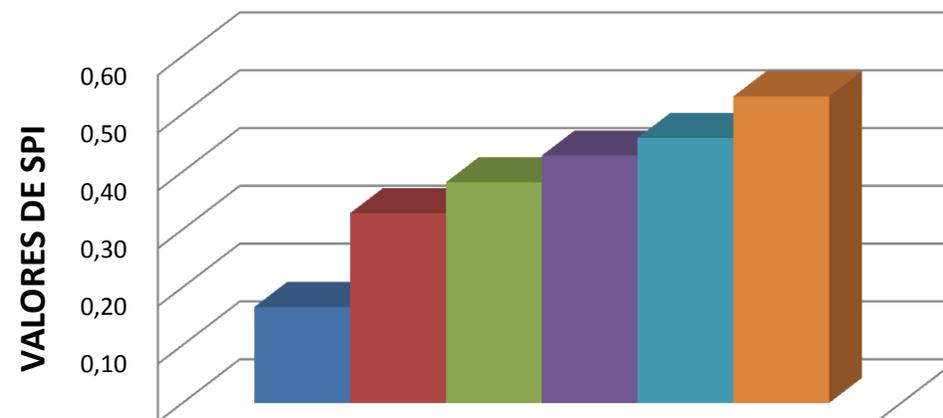
### VARIAÇÃO MENSAL DO CPI - ELEVAÇÃO DE ALVENARIA



VARIAÇÃO DO CPI	
■ jun/10	0,81
■ jul/10	0,92
■ ago/10	0,88
■ set/10	0,90
■ out/10	0,90
■ nov/10	0,91

Figura 53 - Variação mensal do CPI - Elevação de alvenaria. FONTE: ESTUDO DE CASO.

### VARIAÇÃO MENSAL DO SPI - ELEVAÇÃO DE ALVENARIA



VARIAÇÃO DO SPI	
■ jun/10	0,17
■ jul/10	0,33
■ ago/10	0,38
■ set/10	0,43
■ out/10	0,46
■ nov/10	0,53

Figura 54 - Variação mensal de SPI - Elevação de alvenaria. FONTE: ESTUDO DE CASO.

De posse destes índices, os gerentes podem gerar previsões para cada serviço e assim, decidir qual será o plano de ataque mais apropriado para cada situação e em qual, ou quais serviços eles devem atuar primeiro para gerarem o maior benefício possível.

Um exemplo de interpretação possível é com relação à diferença entre os valores de CPI e SPI. É comum que o primeiro seja ligeiramente maior que o segundo, pois normalmente o projeto compra materiais antecipadamente, porém, caso esta diferença seja muito grande, é um bom sinal para que as intervenções corretivas comecem por este serviço. No caso estudado, esta diferença entre os índices era muito maior nos serviços de elevação de alvenaria do que na marcação, o que indicou que a obra estava gastando muito com esses serviços e obtendo um andamento físico muito pequeno e, com isso, ficou claro que a gerencia deveria atuar aumentando a velocidade de execução da elevação de alvenaria.

Várias medidas foram tomadas para o mês de julho: contratação de empresas terceirizadas especializadas na elevação de alvenaria para executarem os serviços (mesmo sabendo que o orçamento do projeto contemplava o uso de mão de obra própria e que esta decisão poderia impactar negativamente nos custos), pois havia enorme dificuldade em se contratar mão-de-obra qualificada no mercado e na última atualização, verificou-se que esta era uma restrição causadora de boa parte do atraso do projeto; aumento na velocidade de execução da estrutura de uma das torres, pois a mesma encontrava-se bastante atrasada e não permitia o início da marcação de alvenaria e, conseqüentemente, puxava os indicadores da Análise de Valor Agregado para baixo, especialmente aqueles que se referem ao prazo do projeto. Tais medidas surtiram algum efeito, tanto que, na atualização do mês de julho, verificamos melhoras nos indicadores, tanto de prazo quanto de custo.

Mesmo com a melhora apresentada, o projeto ainda não estava livre de uma forte tendência negativa de furos, tanto no prazo quanto no orçamento. Apesar de ter reduzido o ciclo da estrutura da torre mais atrasada, os meses de julho e agosto ainda não foram suficientes para que fosse dado início aos serviços de marcação de alvenaria nesta torre e, sendo este o principal entrave ao andamento do projeto, os resultados do mês de agosto ainda não foram satisfatórios ao ponto de fazer com que a gerencia parasse de tentar injetar recursos para aumentar a velocidade de execução do projeto.

Aumentou-se o número de subcontratadas e, com isso, aumentaram também os custos com a execução dos serviços, porém esta medida mais uma vez surtiu efeito e, ao compararmos os resultados em termos de projeção de prazos, verificamos que houve uma recuperação de, pelo menos, três meses com relação ao mês anterior. Isso, apesar de ainda representar atraso quando comparado com a linha de base, é um resultado animador.

Durante o mês de setembro, mesmo com o início da marcação de alvenaria da torre mais atrasada e a aceleração do ritmo da elevação nas outras torres (meta atingida de um pavimento a cada 5 dias), os indicadores da Análise de Valor Agregado não foram muito mais animadores que aqueles apresentados no mês anterior, apesar de terem apresentados melhorias: redução tanto na estimativa de custos quanto na projeção do prazo final do projeto. Uma explicação para tal é simples: a marcação é uma tarefa que custa pouco se comparada com a elevação, logo, o valor a ser agregado com a execução da primeira é bem menor do que aquele a ser agregado com a elevação de alvenaria. Porém foi bastante importante a manutenção da tendência de queda dos indicadores e conseqüente tendência a recuperação do projeto.

Em outubro, deu-se início à elevação da alvenaria na torre mais atrasada. Os resultados deste mês não foram tão satisfatórios quanto se esperava pois, a empresa terceirizada que estava contratada para iniciar os serviços junto com uma equipe de mão-de-obra própria (cada uma em um pavimento) não cumpriu com o acordado e acabou não iniciando seus serviços. Muitas outras alternativas foram tentadas, porém, para este mês, nenhuma delas obteve êxito. Sendo assim, com somente a equipe própria trabalhando na elevação de alvenaria, não se conseguiu a velocidade esperada para recuperação do empreendimento.

O mês de novembro foi, sem dúvida, o mais animador. Neste mês começaram a trabalhar duas empresas terceirizadas para acelerar a elevação da torre com maior atraso, além disso, o ritmo atingido nas outras torres de um pavimento a cada cinco dias não diminuiu e isso fez com que os indicadores melhorassem, confirmando a tendência de melhora nas estimativas finais de custo e prazo do projeto. Continuando com este ritmo de andamento, o projeto terminará dois meses antes do previsto na última atualização, ou seja, em 08/06/2011. Continuando a tendência de queda para o próximo mês, a previsão é que na atualização de dezembro, a nova estimativa seja de

concluirmos o projeto entre fevereiro e abril de 2011, pois com duas empresas terceirizadas trabalhando uma em cada pavimento da torre mais atrasada, haverá uma recuperação em termos de prazo. Já os custos não seriam recuperados com tanta facilidade, pois os custos com terceirização são mais altos que aqueles com mão-de-obra própria, mas o aumento previsto não seria tão maior que aquele apresentado no mês de novembro, pois os custos indiretos, custos com transporte e alimentação seriam reduzidos de maneira acentuada.

## 5.0 – RECOMENDAÇÕES PARA APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE VALOR AGREGADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No capítulo anterior foram apresentados e analisados os resultados do estudo de caso onde foi aplicada a técnica da Análise de Valor Agregado, tendo como base de dados um projeto real que se encontra em execução.

A seguir serão apresentadas algumas recomendações para uso da Análise de Valor Agregado. Tais recomendações estão fundamentadas na aplicação prática da técnica e na literatura sobre o tema.

As recomendações que podemos fazer para que possamos aplicar com sucesso a Análise de Valor Agregado em projetos de construção civil são:

- Não criar expectativas precipitadas quanto à obtenção de resultados imediatos com a aplicação da técnica;
- Buscar o apoio da alta gerencia para a aplicação da técnica, pois seu sucesso depende da disponibilidade de dados muitas vezes difíceis de serem conseguidos sem tal apoio;
- Focar no fornecimento de informações para a equipe da obra a respeito dos benefícios do uso da Análise de Valor Agregado, pois a manutenção do uso desta técnica depende de grande esforço desta equipe, especialmente no que diz respeito à seriedade e confiabilidade das informações que serão base da análise.
- Fornecer treinamentos para a equipe de gerenciamento da obra sobre a Análise de Valor Agregado;
- Detalhar o escopo do projeto de maneira satisfatória, pois, segundo VARGAS (2003), se o escopo for subdividido em pacotes de trabalho muito pequenos, isso representará um custo de controle e um volume de papel muito grande; por outro lado, uma divisão pouco estratificada poderá representar uma diminuição na precisão dos dados levantados de custos reais e prazos;

- Outra recomendação citada por VARGAS (2003) é buscar fidelidade e critério na estimativa do % concluído do projeto, para que esta estimativa não seja influenciada por pressões internas e externas, por parte, por exemplo, de diretores da empresa e clientes do projeto.

Seguindo estas e outras recomendações, teremos maior facilidade na utilização da Análise de Valor Agregado, especialmente pelo fato de que muitas delas vão de encontro às dificuldades apresentadas na literatura para a aplicação da técnica, servindo como possíveis soluções.

## 6.0– CONCLUSÃO

A seguir serão apresentadas as conclusões deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Para se chegar a este ponto, foi necessária uma profunda revisão bibliográfica, buscando-se a fundamentação teórica para possibilitar um melhor entendimento das principais ferramentas e técnicas de orçamento, planejamento, controle e gerenciamento, em especial a busca pela compreensão da Análise de Valor Agregado, tema este que motivou a realização deste trabalho.

Os objetivos foram atingidos no desenrolar do trabalho. Ao realizar as pesquisas necessárias para elaborar o referencial teórico, foi possível conhecer e, principalmente, compreender os princípios do gerenciamento de projetos, suas definições e seus processos, sendo que, para isso, tornou-se fundamental saber também sobre definições de orçamento, planejamento e controle na construção civil.

Ainda na realização do referencial teórico, foram apresentadas as definições, ferramentas e métodos de utilização da técnica que motivou a realização deste estudo, que é a Análise de Valor Agregado.

Em suma, podemos concluir que a realização do referencial teórico foi de vital importância para que pudéssemos nos familiarizar com a filosofia do gerenciamento de projetos e com as ferramentas de uma de suas técnicas, a Análise de Valor Agregado, que se propõe a melhorar a qualidade do trabalho do gerente, em especial no que diz respeito à capacidade de realizar previsões consistentes sobre o futuro do projeto e, com isso, poder se antecipar na tomada de decisões corretivas o que, sem sombra de dúvidas, deixa maior margem para acertos.

Realizada a revisão bibliográfica e atingidos seus objetivos, o passo seguinte foi iniciar as aplicações práticas da técnica de controle conjunto de prazos e custos de um projeto, a Análise de Valor Agregado.

A primeira experiência com o uso da técnica foi obtida através da realização de uma simulação de um projeto de construção baseado em um exemplo de CARDOSO et al. (2010). A partir de tal simulação conseguimos atingir os objetivos de manter um

primeiro contato com a técnica, verificando as interpretações possíveis de seus dados, bem como as dificuldades em consegui-los, as maneiras de representar os resultados, etc.

O próximo passo foi realizar o estudo de caso, onde foram acompanhados os serviços de marcação e elevação de alvenaria em um empreendimento de construção civil de Salvador. Este estudo de caso exigiu bastante tempo de trabalho, e nele foram feitos levantamentos de quantitativos e custos, além de atualizações mensais de andamentos físicos e financeiros do projeto. Este estudo possibilitou a realização mês a mês de previsões, acompanhamento de perto do controle de custos e prazos de um projeto de construção civil e a oportunidade de poder participar da tomada de decisões da gerencia com relação ao combate aos estouros dos orçamentos e atrasos dos cronogramas. Resumindo, a realização deste estudo proporcionou um contato direto com a Análise de Valor Agregado e, durante este contato foram detectadas as dificuldades em se utilizar esta técnica, sua capacidade de fornecer previsões e a necessidade de cooperação da equipe da obra para uma boa qualidade na implantação desta técnica.

Devido à necessidade de finalizar o estudo de caso antes de o projeto estar concluído, não foi possível realizar a verificação prática da confiabilidade das previsões fornecidas mês-a-mês no estudo de caso, ficando a revisão literária responsável por transmitir essa confiabilidade através do trabalho de outros autores.

Em suma, o trabalho conseguiu atingir o objetivo principal que foi o de conhecer e aplicar a Análise de Valor Agregado como principal técnica de controle de custos e prazos na construção civil e perceber que é viável seu uso, especialmente se houver um engajamento da equipe, em especial da alta gerencia, pois são eles que poderão incentivar e persuadir o restante da equipe a utilizar esta técnica, disponibilizando informações, treinamentos e cobrando sua aplicação.

## REFERÊNCIAS

- ALDABÓ, RICARDO. **Gerenciamento de projetos: procedimentos básicos e etapas essenciais**. 1ª Edição – São Paulo: Artliber Editora, 2001.
- BALLARD, GLENN. KIM, YONG-WOO. **Management thinking in the earned value method system and the last planner system**. Journal of Management in Engineering. Submitted October 28, 2008; accepted March 21, 2010; posted ahead of print May 6, 2010. doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000026.
- BELTRAME, EDUARDO DE SOUSA. **Trabalho de conclusão de curso Avaliação do software SIENGE no orçamento e planejamento de uma obra**. Florianópolis, 2007
- BERNARDES, MAURÍCIO MOREIRA E SILVA; REICHMANN, ANDRÉ PORTICH; FORMOSO, CARLOS TORRES; **Modelos de planejamento de curto prazo para construção civil**; 1997
- BOWER, DOUGLAS C. **New Directions in Project Performance and Progress Evaluation School of Construction, Property and Project Management**. RMIT University Melbourne, Australia 2007.
- CARDOSO, DANIEL MENEZES *et al.* **Planejamento e Gerenciamento de Projetos**; 2010
- CARDOSO, EDUARDO. **Promon Business & Technology Review: Gerenciamento de Projetos**. 2008. Promon S.A. link acessado em 09/01/2010:  
[http://www.promon.com.br/portugues/noticias/download/PBTR%20GE\\_para%20web.pdf](http://www.promon.com.br/portugues/noticias/download/PBTR%20GE_para%20web.pdf)
- CONCEIÇÃO, RODRIGO SILVA PEREZ. **Estudo de métodos para análise e controle dos custos da construção civil**. 2009. Trabalho de conclusão de curso do curso de Engenharia Civil UFBA, Salvador-BA.
- DAYCHOUM, MERHI. **40+2 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Ed. Brasport. 2ª Edição.
- DICIONÁRIO MICHAELIS ON LINE; © 1998-2009 Editora Melhoramentos Ltda. © 2009 UOL - O melhor conteúdo.  
<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=gest%3o>. acessado em 09/01/2010.

- FORMOSO, CARLOS T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, ESCOLA DE ENGENHARIA, NÚCLEO ORIENTADO PARA A INOVAÇÃO DA EDIFICAÇÃO 2001.
- GERVAZONI, P. THIAGO. **Conceitos Básicos de Gerenciamento de Projetos**. 2006. <http://www.linhadecodigo.com.br/Colaborador.aspx?id=157> . Acessado em 10/01/2010.
- GIACOMETTI et al. **Aplicação do *earned value* em projetos complexos – um estudo de caso na EMBRAER**. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 595-607, set.-dez. 2007.
- KIM, EUNHONG et al. / *International Journal of Project Management* 21 (2003) 375–382 - **A model for effective implementation of Earned Value Management methodology**
- KNOLSEISEN, PATRÍCIA CECÍLIA. **Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações**; Florianópolis, 2003.
- NASCIMENTO, CARLOS A. D. do. **Gerenciamento de prazos: uma revisão crítica das técnicas em uso em empreendimentos em regime de epc**. São Paulo – 2007.
- OLIVEIRA, F. C. RODRIGO. **Gerenciamento de Projetos e a aplicação da Análise de Valor Agregado em grandes projetos**. São Paulo, 2003
- PMBOK GUIDE 4ª Edição (PEDIR A EMERSON, PARA CONCLUIR REFERENCIAL)
- VARGAS, V. RICARDO. **Análise de Valor Agregado em Projetos: revolucionando o gerenciamento de custos e prazos**. 4ª edição. Rio de Janeiro. Ed. Brasport, 2008.
- [http://www.gerenciamentoeconomico.com.br/gerenciamento\\_de\\_projetos/pequena-introducao-a-analise-de-valor-agregado-earned-value-analysis-eva/](http://www.gerenciamentoeconomico.com.br/gerenciamento_de_projetos/pequena-introducao-a-analise-de-valor-agregado-earned-value-analysis-eva/) (acessado em 10/09/2010).