

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**JOSÉ MARIANO VARGAS ARIGONY**

**PROJETO DE DIPLOMAÇÃO**

***EARNED SCHEDULE: UMA EXTENSÃO À ANÁLISE DE  
VALOR AGREGADO***

Porto Alegre

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

***EARNED SCHEDULE: UMA EXTENSÃO À ANÁLISE DE  
VALOR AGREGADO***

Projeto de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para Graduação em Engenharia Elétrica.

ORIENTADOR: Carlos Eduardo Pereira

Porto Alegre

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JOSÉ MARIANO VARGAS ARIGONY

***EARNED SCHEDULE: UMA EXTENSÃO À ANÁLISE DE  
VALOR AGREGADO***

Este projeto foi julgado adequado para fazer jus aos créditos da Disciplina de “Projeto de Diplomação”, do Departamento de Engenharia Elétrica e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pereira, UFRGS

Engenheiro Eletricista – Porto Alegre, Brasil

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Pereira, UFRGS

Doutor pela Universidade de Stuttgart – Stuttgart, Alemanha

Eng. Marcos Antônio Tschoepke, Digital

Prof. Dr. Arturo Suman Bretas, UFRGS

Doutor pelo Instituto Politécnico da Virginia – Blacksburg, Estados Unidos

Porto Alegre, dezembro de 2009.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, em especial pela dedicação e apoio em todos os momentos difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, que tanto colaboraram ao longo dos anos com a minha formação. Agradeço aos professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial aos do Departamento de Engenharia Elétrica, que fizeram de mim um engenheiro.

Agradeço ao Eng. Marcos Antônio Tschoepke, que promoveu de forma esplêndida o meu aprendizado no assunto exposto neste trabalho e é para mim uma excelente referência como profissional.

Agradeço aos meus colegas e amigos que por tantas vezes compartilharam dúvidas, anseios, vitórias, insônias, conquistas e tudo mais ao longo dos memoráveis anos da graduação.

Por fim, agradeço a minha namorada Joana, que além de ser uma excelente companhia teve que assistir tantas vezes os ensaios da minha apresentação.

## RESUMO

A frequente necessidade de adaptação dos sistemas empresariais, em um ambiente de incertezas cada vez maiores decorrente do constante aumento da competitividade faz com o gerenciamento de projetos ganhe cada vez mais espaço nas organizações. Uma das ferramentas mais utilizadas para o acompanhamento e controle de projetos é a análise de valor agregado, que promove uma excelente integração entre três dos principais elementos do gerenciamento de projetos: tempo, custo e escopo. Apesar da sua reconhecida utilidade e simplicidade conceitual, muitos usuários do gerenciamento de projetos ainda não estão familiarizados com a aplicação desta técnica. Este trabalho tem como objetivo revisar os conceitos básicos de gerenciamento de projetos, no intuito de colaborar para a sua divulgação, bem como apresentar uma descrição mais detalhada da análise de valor agregado e da técnica derivada *Earned Schedule* através da análise de dados de projetos reais de uma indústria de equipamentos eletrônicos.

**Palavras-chaves:** Engenharia Elétrica. Gerenciamento de Projetos. Análise de Valor Agregado. Desenvolvimento de Produtos. *Earned Schedule*. Indústria Eletrônica.

## ABSTRACT

The business system frequent need of adaptation, in a uncertainty growing environment due to the steady rise of competition in the markets, collaborate to the ascent of project management which gain, nowadays, more and more place in the organizations. One of the most used tools for projects control is the Earned Value Analysis that allows a splendid integration among three of the project management main components: schedule, cost and scope. Besides it recognized utility and conceptual simplicity, a lot of users of project management are not yet aware about the technique application. This work aims to revisit the basic concepts of project management, with the purpose to contribute to its popularity as well as to present a more detailed description of Earned Value Analysis and its derived technique the *Earned Schedule* throughout the analysis of telecom electronic products projects data.

**Keywords: Electrical Engineering. Project Management. Earned Value Analysis. Product Development. *Earned Schedule*. Electronic Industry.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1. O Objeto de Estudo</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2. O Ambiente</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3. Os Objetivos</b> .....	<b>16</b>
<b>2. INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE PROJETOS</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. Definições</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2. Histórico do Gerenciamento de Projetos</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3. Desafios Atuais do Gerenciamento de Projetos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.4. A Gestão “Por Projetos”</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5. As Instituições que Promovem o Gerenciamento de Projetos</b> .....	<b>25</b>
<b>3. A ANÁLISE DE VALOR AGREGADO E A TÉCNICA <i>EARNED SCHEDULE</i></b> .....	<b>34</b>
<b>3.1. Introdução a Análise de Valor Agregado</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2. Os padrões para Gerenciamento por Valor Agregado – EVM</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3. Análise de Valor Agregado, Estimativas de Término e Limitações</b> .....	<b>40</b>
<b>3.4. Técnica <i>Earned Schedule</i> e os seus Benefícios</b> .....	<b>46</b>
<b>4. APLICAÇÃO DA TÉCNICA <i>EARNED SCHEDULE</i> EM PROJETOS REAIS DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS</b> .....	<b>50</b>
<b>4.1. Processo de Desenvolvimento de Produtos</b> .....	<b>50</b>
<b>4.2. Ambiente de Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos</b> .....	<b>55</b>
<b>4.3. Características Gerais dos Projetos Analisados</b> .....	<b>59</b>
<b>4.4. Aplicação da Técnica e Análise de Resultados</b> .....	<b>60</b>
<b>4.5. Comentários</b> .....	<b>70</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1 OS GRUPOS DE PROCESSOS DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 2 OS GRUPOS DE PROCESSOS E AS ÁREAS DE CONHECIMENTO.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 3 O OLHO DAS COMPETÊNCIAS DO ICB.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 4 RELATÓRIO DE DESEMPENHO GRÁFICO (CURVA S).....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 5 COMPORTAMENTO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DE PRAZO.....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 6 CONCEITO DE CRONOGRAMA AGREGADO.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 7 CICLO DE VIDA DE PROJETO E PRODUTO.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 8 ÁREAS FUNCIONAIS E O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 9 AS FASES DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 10 ETAPAS DE PLANEJAMENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA 11 DIAGRAMA DE REDE DE PROJETO TÍPICO.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 12 APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 1.....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 13 APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 29.....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 14 APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 22.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 15: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 41.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 16: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 2.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 17: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 12.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 18: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 25.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 19: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 8.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 20: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 38.....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 21: APLICAÇÃO DA TÉCNICA ES AO PROJETO 21.....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 22 FASE DE PROJETO IDEAL PARA APLICAR A TÉCNICA ES.....</b>	<b>71</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1</b>	<b>EVENTOS DA HISTÓRIA DA GESTÃO DE PROJETOS .....</b>	<b>20</b>
<b>TABELA 2</b>	<b>REPRESENTATIVIDADE DOS TEMAS NOS ARTIGOS SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>23</b>
<b>TABELA 3</b>	<b>REPRESENTATIVIDADE DOS SETORES NOS ARTIGOS SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>23</b>
<b>TABELA 4</b>	<b>REPRESENTATIVIDADE DAS ÁREAS FUNCIONAIS NOS ARTIGOS SOBRE GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 5</b>	<b>OS GRUPOS E AS COMPETÊNCIA DO ICB .....</b>	<b>31</b>
<b>TABELA 6</b>	<b>EVOLUÇÃO DOS INDICADORES DE PRAZO PARA UM PROJETO ATRASADO.....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANATEL:	Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI:	<i>American National Standards Institute</i>
AVA:	Análise de Valor Agregado
C/SCSC:	<i>Cost Schedule Control System Criteria</i>
CPM:	<i>Critical Path Method</i>
CR:	Custo Real
DELET:	Departamento de Engenharia Elétrica
DoD:	<i>Department of Defense</i>
EAP:	Estrutura Analítica de Projeto
EIA:	<i>Electronic Industries Alliance</i>
ENT:	Estimativa No Término
EPT:	Estimativa Para Terminar
ES:	<i>Earned Schedule</i>
EVM:	<i>Earned Value Management</i>
ICB:	<i>IPMA Competence Baseline</i>
IDC:	Índice de Desempenho de Custos
IDP:	Índice de Desempenho de Prazos
IDP <sub>ES</sub> :	Índice de Desempenho de Prazos <i>Earned Schedule</i>
IEEE:	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP:	<i>Internet Protocol</i>
IPMA:	<i>International Project Management Association</i>
ISO:	<i>International Organization for Standardization</i>

MRP:	<i>Material Requirement Planning</i>
ONT:	Orçamento No Término
PDCA:	<i>Plan Do Check Act</i>
PDP:	Processo de Desenvolvimento de Produto
PERT:	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMBOK <sup>®</sup> :	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI <sup>®</sup> :	<i>Project Management Institute</i>
PMP:	<i>Project Management Professional</i>
PRINCE2 <sup>®</sup> :	<i>Projects In Controlled Environments 2</i>
SHDSL:	<i>Symmetric High-speed Digital Subscriber Line</i>
TQM:	<i>Total Quality Management</i>
UFRGS:	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VA:	Valor Agregado
VC:	Variação de Custos
VNT:	Variação No Término
VP:	Variação de Prazos
VP <sub>ES</sub> :	Variação de Prazos <i>Earned Schedule</i>
VT:	Variação de Tempo
XP:	<i>Extreme Programing</i>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. O Objeto de Estudo**

A estimativa da atratividade financeira ou do valor econômico agregado de um empreendimento depende fundamentalmente dos custos e despesas associadas à suposta obtenção de um bem ou melhoria assim como à expectativa de retorno financeiro, econômico, social ou ambiental com a venda, utilização ou entrega do produto ou serviço desenvolvido.

O empreendimento que parecer mais lucrativo frente os variados critérios de estimativa de retorno e ainda parecer alinhado a estratégia da organização deverá ter vantagem sobre os demais na alocação dos recursos disponíveis, aumentando a sua probabilidade de execução. Porém, como saber se tal empreendimento poderá ser, ou está sendo, efetivamente realizado como se imagina? Como garantir que os resultados previstos serão pelo menos realizados aproximadamente quando o projeto acabar?

Uma vez que se tenha decidido pela realização de um determinado projeto, o mesmo é então sujeito às inúmeras e temporalmente variáveis restrições ambientais e do sistema organizacional que lhe contém, tomando forma, se transformando e por fim sendo extinto. Ao longo deste complexo processo, uma série de ameaças põe em risco a obtenção dos resultados anteriormente almejados no planejamento. Desta forma a administração de projetos tem como foco a obtenção de sucesso na realização de um empreendimento, minimizando a probabilidade e o impacto dos riscos associados ao mesmo.

Projetos podem ser realizados em qualquer tipo de organização ou entidade e espera-se que sejam uma consequência do posicionamento da entidade frente ao ambiente que a contém, no intuito primordial de colaborar para a sua continuidade e desenvolvimento. As organizações, assim como as pessoas, frequentemente enfrentam enormes dificuldades de adaptação às mudanças de qualquer natureza. A gestão de projetos pode ser definida então, como o conjunto de ferramentas de auxílio para a implantação de planos estratégicos que façam a transição entre o estado atual - superado e insuficiente - e um outro que se julga superior por ser vantajoso frente à evolução das condições internas e ambientais percebidas e estimadas.

Desta forma fica claro que o gerenciamento de projetos pode ser de grande utilidade no que diz respeito à forma com que mudanças estratégicas são tratadas dentro das organizações. Mau gerenciamento de projetos está associado à ausência de percepção, incapacidade de se prevenir de problemas futuros no momento atual. O gerenciamento de projetos busca assegurar que os passos para o cumprimento de um plano estão sendo dados de uma forma controlada e segura, com o mínimo de risco possível, garantindo a evolução do processo na direção do objetivo idealmente proposto.

Entendida a natureza do gerenciamento de projetos e os seus objetivos partimos para a elucidação do cenário atual e o porquê da ascendência recente destas práticas de gestão.

## **1.2. O Ambiente**

O mercado globalizado é uma realidade. O consequente aumento da competitividade nos mais variados mercados assusta grandes e pequenas organizações. A proliferação da Internet durante a década de noventa têm um impacto profundo na relação das instituições com a sociedade (KOTLER, 2000). O efeito se dá principalmente na velocidade com que um

influencia o outro. Hoje as oportunidades aparecem com mais frequência e a janela de tempo, na qual podem ser aproveitadas ficou mais estreita. Isto se evidencia, por exemplo, na redução do ciclo de vida de produtos (MÜLLER, 2003) observada em inúmeros seguimentos de mercado. Quem demorar muito para perceber uma mudança no ambiente ou falhar na escolha ou implantação dos projetos de adaptação necessários corre o risco de ter seu negócio seriamente ameaçado.

Neste contexto, onde mudar mais rápido é preciso, as práticas de gestão por projetos encontram um ambiente perfeito para serem disseminadas. Não foi por acaso que se observa desde os anos noventa uma crescente busca pela disciplina do gerenciamento de projetos nos mais variados ramos. Inicialmente, a gestão de projetos era realizada de maneira mais formal em grandes instituições como, por exemplo, as ligadas ao departamento de defesa do governo americano. Essas instituições como força aérea, marinha e Nasa enfrentavam desde a década de 50 o ambiente de competição tecnológica decorrente da corrida armamentista impulsionada pela guerra fria. Grandes e complexos projetos, com orçamentos altíssimos associados a uma necessidade constante de inovação levaram a uma sofisticação maior para os processos de gestão.

Como estas instituições dependiam de uma vasta gama de fornecedores, toda a cadeia de suprimentos acabou absorvendo esta cultura de gestão, colaborando para a proliferação do gerenciamento de projetos em vários segmentos da indústria americana. Esta proliferação é por fim acelerada no final do século passado com o aumento da competitividade ocasionado pela consolidação da economia globalizada e da Internet.

A possibilidade de se fazer, através das técnicas do gerenciamento de projetos, estimativas mais acertadas para a realização de empreendimentos associada a sofisticados métodos de controle de progresso vem sendo um diferencial no grande desafio de adaptação contínua que as organizações enfrentam no panorama atual.

### **1.3. Os Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar e discutir a disciplina de gerenciamento de projetos, na ótica de algumas instituições que o promovem ao redor do planeta, dando uma idéia do estado atual deste ramo do conhecimento. Não será apresentado um estudo completo sobre cada tema relacionado a esta disciplina. Serão abordadas superficialmente as principais áreas de conhecimento e as competências mais comumente relacionadas, identificadas através de um estudo bibliográfico realizado sobre algumas das principais fontes na área.

Um aprofundamento maior será observado na descrição do consagrado método de análise do valor agregado. Será promovido o estudo específico de um recente desdobramento desta técnica específica através da sua aplicação para a estimativa de término de projetos de novos produtos em uma indústria de equipamentos eletrônicos do seguimento de telecomunicações.

Deseja-se que este trabalho possa vir a contribuir para a formação de estudantes e profissionais da área de engenharia, pois se entende que a familiarização com os conceitos tratados na disciplina de gerenciamento de projetos por tais profissionais é um diferencial importante. A correta aplicação das ferramentas técnicas que constituem a disciplina de gerenciamento de projetos pode propiciar, no cotidiano da atuação do profissional de



engenharia, um aumento de desempenho e conseqüentemente uma economia maior na utilização de recursos.

## 2. INTRODUÇÃO AO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

### 2.1. Definições

A palavra projeto deriva do latim “projectu” que significa lançado para diante. Já “projectu” por sua vez vem do latim “proicere” com significado original “levar algo adiante” da união de “pro” significando algo que procede uma ação e “iacere” significando levar. Desta forma a palavra projeto significa originalmente “o que acontece antes de qualquer outra coisa”. O que seria levado, ou lançado, seria o objeto.

Entretanto o termo ganhou um significado distinto a partir da metade do século XX com a introdução dos conceitos fundamentais da disciplina de gerenciamento de projetos. Representando originalmente o plano a ser alcançado para a futura realização do objeto, projeto era entendido como os desenhos, especificações, medidas que guiavam a posterior construção da máquina, edifício, sistema, etc. Com o desenvolvimento do gerenciamento de projetos o termo acabou sendo utilizado com um significado distinto e hoje ora é colocado com o significado original – como em “o projeto da subestação” – ora com o significado novo – “o projeto de habitação popular”. No primeiro caso a referência é provavelmente ao diagrama unifilar, esquemas de ligação, especificação de componentes, planta baixa e demais elementos que definem as características que a tal subestação deverá ter após ser construída. No segundo caso, a referência é ao processo todo de construção de moradias populares, podendo envolver as mais diversas questões relativas à realização do empreendimento, como por exemplo: a escolha dos meios de financiamento, os processos de licitação, o cronograma específico das obras, a eleição das famílias beneficiadas, a escolha das formas de pagamento, etc. Ou seja, neste segundo exemplo a palavra projeto pode definir todo o empreendimento ou qualquer subconjunto do mesmo, dependendo fundamentalmente de como o escopo do

projeto foi definido. De acordo com o Guia PMBOK<sup>®</sup>, define-se projeto como um esforço único (com resultado exclusivo), temporário e de elaboração progressiva.

Já o conceito de gerenciamento, que será utilizado neste trabalho sem distinção de administração e gestão, de acordo com Fayol (1990), diz respeito à função de previsão ou planejamento, organização, comando, coordenação e controle presente nas organizações.

O termo gerenciamento de projetos pode ser entendido, portanto, pela função de planejamento, organização, comando, coordenação e controle da execução de um processo único, temporário que não é previamente conhecido no seu todo.

Esta definição deriva da distinção fundamental que se pode fazer na empresas entre atividades de rotina – operações normais – já completamente conhecidas e mapeadas na forma de processos estabelecidos; e atividades inovadoras – projetos – distintas das demais já executadas normalmente, durante as quais poderão existir inéditos pontos de decisão assim como riscos e oportunidades imprevistos. Como consequência, uma característica básica da gestão de projetos é o caráter progressivo dos esforços de planejamento que devem perdurar, para um melhor resultado, até quase o fim da execução do empreendimento.

## **2.2. Histórico do Gerenciamento de Projetos**

O gerenciamento de projetos foi formalizado como disciplina a partir do surgimento das primeiras instituições voltadas para o tema como o PMI<sup>®</sup> (*Project Management Institute*) em 1969 e o IPMA (*International Project Management Association*) em 1967.

Inicialmente, a preocupação maior era a organização do trabalho e seu custo através do tempo. As técnicas que primeiro constituíram o posteriormente chamado “corpo de

conhecimento” da disciplina eram aquelas que auxiliavam na programação das tarefas ao longo do tempo bem como a alocação de custos às mesmas. O grupo de 35 regras conhecidas como C/SCSC (*Cost/Schedule Control System Criteria*) do DoD, o departamento de defesa americano, representam bem esta fase inicial do desenvolvimento formal da disciplina. O C/SCSC era exigido em alguns tipos de contratos como nos que os riscos de sobre-custo ficavam por conta do DoD. O método do caminho crítico – CPM – do inglês “Critical Path Method” e o PERT do inglês “Program Evaluation and Review Technique”, bem como os gráficos de Gantt e a estrutura analítica de projeto, ou simplesmente EAP, são outras das técnicas já existentes desde pelo menos a metade do século passado e que são comumente agregadas no que é chamado de corpo de conhecimento do gerenciamento de projetos.

Após esta fase inicial de desenvolvimento, a disciplina passou por um período no qual não houve uma grande popularização, pode-se afirmar que pelas décadas seguintes a maioria destas ferramentas não obteve grande penetração em organizações que não executassem grandes e complexos projetos.

A popularização destas técnicas iniciou a partir dos anos 80 onde novas metodologias foram desenvolvidas, documentadas e divulgadas. Nos anos 90 do século vinte a disciplina de gerenciamento de projetos iniciou um período de franco desenvolvimento e popularização. Uma evidência deste fato é o crescente número de profissionais certificados como gerentes de projetos pelas instituições do ramo. A tabela abaixo resume os principais acontecimentos relacionados a este desenvolvimento.

**Tabela 1 Eventos da história da gestão de projetos**

Data	Acontecimento
Década	- Criação do método CPM ( <i>Critical Path Method</i> );

de 50	- Marinha americana adota CPM; - Criação do método PERT ( <i>Program Evaluation and Review Technique</i> );
Década de 60	DoD ( <i>Department of Defense</i> ) americano apresenta o critério C/SCSC ( <i>Cost/Schedule Control System Criteria</i> ) para seus projetos; O <i>Project Management Institute</i> – PMI® – é fundado em 1969;
Década de 70	- Criação e consolidação do MRP ( <i>Material Requirement Planning</i> );
Década de 80	- Criação do MRP II; - Primeira certificação PMP ( <i>Project Management Professional</i> ); - Criação do TQM ( <i>Total Quality Management</i> );
Década de 90	- PMBOK® ( <i>Project Management Body of Knowledge</i> ) é criado pelo PMI®; - Austrália e outras potências mundiais adotam o método C/SCSC; - ERP ( <i>Enterprise Resource Planning</i> ) emerge nos EUA; - Introdução dos conceitos de Engenharia Simultânea;
1991	- Consagração do TQM ( <i>Total Quality Management</i> );
1992	- Criação do C/SPMS ( <i>Cost/Schedule Performance Management Standard</i> ) canadense;
1993	Formação do IPMC ( <i>International Performance Measurement Council</i> ); DoC ( <i>Department of Commerce</i> ) americano passa a utilizar EVM ( <i>Earned Value Management</i> ), uma variação do C/SCSC; Introdução dos conceitos de Re-engenharia;
1995	Estabelecimento do “ <i>Department of Transportation Performance Measurement Council</i> ” nos EUA para medir desempenho de projetos;
1996	OMB ( <i>Office of Management and Budget</i> ) americano edita o requisito A-11 exigindo EVM em todos os contratos do governo; EVM é acrescentado ao PMBOK®; DoD americano cria o EVM Implementation Guide; O gerenciamento de riscos passa a ser incluído no planejamento e controle de projetos;
1997	NASA cria política de gerenciamento de performance baseado em EVM; Surge o conceito de Corrente Crítica ( <i>Critical Chain</i> );
1998	EVM passa a ser uma norma pela ANSI ( <i>American National Standards Institute</i> ); IEEE 1490-1998 Adota a Segunda edição do PMBOK® como padrão para gerenciamento de projetos
1999	PMA ( <i>Performance Measurement Association</i> ) se torna a primeira faculdade do PMI®; DoD americano adota as normas ANSI para EVM;
2000	PMBOK® é atualizado com detalhes de EVM; Crescimento de equipes itinerantes e multinacionais;
2001	Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software
2002	APM ( <i>Association for Project Management</i> – Inglaterra) edita normas para EVM; Ministério da Defesa britânica passa a utilizar o EVM
2003	IEEE 1490-1998 Adota a Terceira edição do PMBOK® como padrão para gerenciamento de projetos

Fonte: Adaptado de Oliveira (2003)

### 2.3. Desafios Atuais do Gerenciamento de Projetos

O gerenciamento de projeto, inicialmente se desenvolveu ao redor do tratamento de variáveis quantitativas como custo, prazo e escopo e foi gradualmente estendendo seu escopo para a gestão de conceitos mais subjetivos. Um estudo bibliométrico de publicações indexadas pelo sistema Qualis entre 2002 e 2006 aponta as tendências de estudos sobre o tema assim como a sua penetração no meio acadêmico. O autor deste estudo relata: “Enquanto área de pesquisa, [...] o gerenciamento de projetos [...] evoluiu de um foco inicial em técnicas de gerenciamento de prazo, custo e qualidade para uma visão mais abrangente, fazendo dos projetos um meio de implementação de estratégias de negócios. Novos temas relacionados ao comportamento das equipes, à busca de maturidade em gerenciamento de projetos e à gestão de *portfólio* começam a ganhar importância” (SBRAGIA *et al.*, 2009, p.58).

As análises das pesquisas acadêmicas, que apontam uma tendência cada vez maior de estudos relacionados a aspectos comportamentais e culturais vão ao encontro do que se observa, por exemplo, com o surgimento de metodologias ágeis de gestão de projetos. Tais metodologias apontam para uma gestão mais informal e conveniente na gestão de processos em ambientes de mudanças constantes. Este movimento, identificado na pesquisa e nas empresas é uma consequência natural da expansão da disciplina. Como o gerenciamento de projetos inicialmente estava presente apenas na gestão de grandes e complexos projetos, não se fazia necessária uma maior compreensão e acompanhamento dos aspectos humanos relacionados. Com a popularização da disciplina e a aplicação do gerenciamento de projetos estando presente em organizações menores, em ambientes onde, muitas vezes, a maior parte do custo é com pessoal, surge naturalmente um movimento de adaptação dos métodos a esta nova realidade. Na pesquisa de Sbragia *et al.* (2009) o tema recursos humanos é apontado como o mais comum nas publicações atuais.

**Tabela 2 Representatividade dos temas nos artigos sobre gerenciamento de projetos**

Recursos Humanos	30%
Custo	15%
Risco	15%
Tempo	13%
Comunicação	11%
Portfólio	9%
Maturidade	7%

Fonte: (SBRAGIA *et al.*, 2009)

Um aspecto interessante que se pode associar aos desafios atuais da disciplina é a análise da sua expansão sobre ramos de atividade que anteriormente pouco utilizaram o gerenciamento de projetos. Sbragia *et al.* (2009) faz uma análise da representatividade dos setores da economia identificados em artigos publicados nos últimos anos. Nesta análise é perceptível que existe uma tendência ao estudo das questões relacionadas à aplicação deste modelo de gestão em vários setores (32%), possivelmente porque é justamente no estudo comparativo entre setores distintos que se pode identificar possíveis regras gerais sobre a disciplina.

**Tabela 3 Representatividade dos setores nos artigos sobre gerenciamento de projetos**

Construção	26%
Tecnologia de Informação	14%
Governo	4%
Serviços	3%
Automobilístico	3%
Energia	2%
Educação e Pesquisa	2%
Outros	14%
Vários Setores	32%

Fonte: (SBRAGIA *et al.*, 2009)

A consolidação do gerenciamento de projetos como prática de gestão universal, ou seja, que pode ser aplicada com sucesso em qualquer ocasião onde se possa definir um projeto, depende da sua própria expansão através de novos setores e do estudo e compilação das práticas geralmente bem aceitas em qualquer caso.

Outro aspecto identificado na pesquisa de Sbragia *et al.* (2009) é a representatividade das áreas funcionais nas publicações.

**Tabela 4 Representatividade das áreas funcionais nos artigos sobre gerenciamento de projetos**

Tecnologia de Informação	28%
Desenvolvimento de Produtos	23%
Engenharia	20%
Finanças	7%
Outros	22%

Fonte: (SBRAGIA *et al.*, 2009)

O estudo de caso que será apresentado neste trabalho pode ser classificado com um estudo das áreas de conhecimento custos e tempo além de tratar-se de um estudo sobre a área funcional, ou processo organizacional, de desenvolvimento de produtos.

#### **2.4. A Gestão “Por Projetos”**

A gestão por projetos se dá quando as operações de uma determinada organização, área funcional ou processo organizacional se faz predominantemente ou na sua maior parte pela realização de projetos. Pode-se citar como exemplo o desenvolvimento de produtos que muitas vezes envolve atividades de pesquisa de mercado, confecção de protótipos, testes piloto e outras atividades muitas vezes especialmente projetadas para a ocasião. Algumas empresas como as de construção civil fazem também uso frequente da gestão por projeto quando alocam recursos financeiros e de pessoal em um portfólio de empreendimentos imobiliários que independentemente são geridos como projetos. A área de tecnologia da informação também faz uso frequente das técnicas de gestão de projetos visto que comumente empresas do ramo se organizam através da prestação de serviços e desenvolvimento de aplicações específicas para cada cliente.



O gerenciamento de projetos tem encontrado espaço também nas instituições estatais que têm como hábito a realização de programas de duração restrita e objetivos específicos que serão extintos ou revistos após um certo período de tempo. Desta forma pode-se dizer que é prática bastante comum para algumas empresas a mobilização e desmobilização de equipes entorno de atividades de projeto e sendo os projetos o foco principal destas companhias ou de algum de seus processos ou área funcional a gestão por projetos passa a ser a prática corrente na gestão estratégica das mesmas.

## **2.5. As Instituições que Promovem o Gerenciamento de Projetos**

No intuito de promover as boas práticas, integrar praticantes e principalmente difundir o gerenciamento de projetos foram criadas diversas instituições ao longo das últimas décadas. Tais instituições foram fundamentais para a promoção desta disciplina ao redor do planeta. Porém, não se pode afirmar que todas tenham a mesma visão da função gerenciamento de projetos. Na maior parte das vezes não existe divergência declarada, mas não se pode negar que existem escolas distintas de gerenciamento de projetos que acabam dividindo o público interessado no assunto. Uma boa forma de se comparar os pontos de vista das instituições é através das suas publicações de referência como manuais, normas e padrões ou metodologias específicas.

O guia PMBOK<sup>®</sup> (Project Management Body of Knowledge) do PMI<sup>®</sup> (Project Management Institute) é uma das publicações mais populares sobre o tema gerenciamento de projetos. Paralelamente ao manual de referência do PMI<sup>®</sup> existe a base de referência do IPMA (International Project Management Association), o ICB (IPMA Competence Baseline) que é distribuído gratuitamente. Além destas duas publicações podemos ainda fazer referência ao padrão, ou guia, ISO (International Standards Organization) 10006:2003 que trata de

gerenciamento da qualidade em projetos. A ISO vem desenvolvendo nos últimos anos, com o auxílio de outras instituições como o próprio PMI® e o IPMA, um novo padrão que será chamado ISO 21500 *Guide to Project Management* que foi idealizado para ser uma referência global no assunto. Uma outra escola de gerenciamento de projetos é aquela associada a metodologia inglesa PRINCE2®, que é provavelmente a mais difundida no mundo. Uma metodologia se diferencia de um guia por ser mais específica na definição da função e da utilização de ferramentas ao longo do ciclo de vida dos projetos. Outro movimento bastante influente em termos de gerenciamento de projeto é o que congrega as chamadas metodologia ágeis de gestão de projetos como o XP – *Extreme Programming* – e o Scrum.

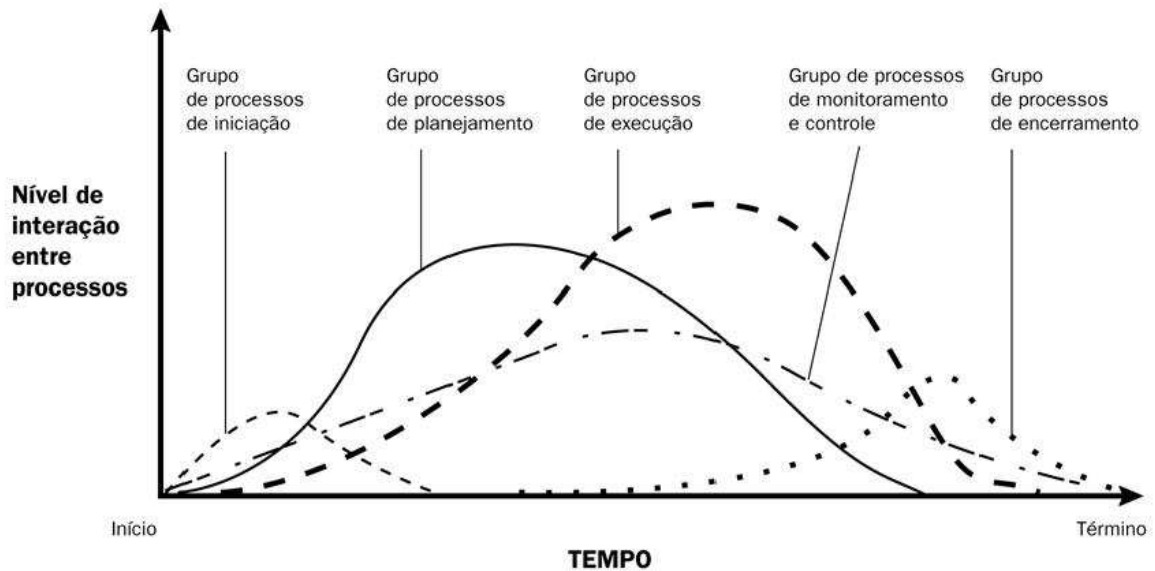
Na sequência será feita uma breve análise das abordagens referidas nesta seção salientando as suas principais características.

#### Visão PMI®

O guia do conjunto de conhecimento em gerenciamento de projetos PMBOK® não é uma norma sobre gerenciamento de projetos e também não é colocado como uma metodologia. Como o próprio nome já diz, é apenas um guia, contendo instruções, orientações de conduta ou conselhos de diversas naturezas. O guia PMBOK® é talvez a maior referência mundial sobre gerenciamento de projetos, sendo responsável pela divulgação do tema e tendo, portanto, grande influência na formação de profissionais na área. Este guia foi desenvolvido a partir de uma determinada visão sobre o gerenciamento de projetos, portanto carrega uma concepção ideológica derivada do ambiente no qual o guia foi desenvolvido.

O guia do PMI® faz inúmeras definições relacionadas a gerenciamento de projetos e propõe uma abordagem de processos. Na terceira edição do PMBOK® haviam 44 processos divididos

em 5 grupos: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. A figura 1 mostra o nível de interação entre os tipos de processos ao longo do tempo.



**Figura 1 Os grupos de processos do gerenciamento de projetos.**

**Fonte PMBOK®**

Além da classificação em grupos de processos o PMI® propõe ainda a divisão entre 9 áreas de conhecimento: custo, tempo, escopo, qualidade, comunicação, integração, riscos, aquisições e recursos humanos. Os processos de gerenciamento de projetos podem então ser distribuídos através da matriz de grupos versus área de conhecimento mostrada no quadro abaixo.

Processos de área de conhecimento	Grupos de processos de gerenciamento de projetos				
	Grupo de processos de iniciação	Grupo de processos de planejamento	Grupo de processos de execução	Grupo de processos de monitoramento e controle	Grupo de processos de encerramento
<b>4. Integração do gerenciamento de projetos</b>	Desenvolver o termo de abertura do projeto 3.2.1.1 (4.1) Desenvolver a declaração do escopo preliminar do projeto 3.2.1.2 (4.2)	Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto 3.2.2.1 (4.3)	Orientar e gerenciar a execução do projeto 3.2.3.1 (4.4)	Monitorar e controlar o trabalho do projeto 3.2.4.1 (4.5) Controle integrado de mudanças 3.2.4.2 (4.6)	Encerrar o projeto 3.2.5.1 (4.7)
<b>5. Gerenciamento do escopo do projeto</b>		Planejamento do escopo 3.2.2.2 (5.1) Definição do escopo 3.2.2.3 (5.2) Criar EAP 3.2.2.4 (5.3)		Verificação do escopo 3.2.4.3 (5.4) Controle do escopo 3.2.4.4 (5.5)	
<b>6. Gerenciamento de tempo do projeto</b>		Definição da atividade 3.2.2.5 (6.1) Seqüenciamento de atividades 3.2.2.6 (6.2) Estimativa de recursos da atividade 3.2.2.7 (6.3) Estimativa de duração da atividade 3.2.2.8 (6.4) Desenvolvimento do cronograma 3.2.2.9 (6.5)		Controle do cronograma 3.2.4.5 (6.6)	
<b>7. Gerenciamento de custos do projeto</b>		Estimativa de custos 3.2.2.10 (7.1) Orçamentação 3.2.2.11 (7.2)		Controle de custos 3.2.4.6 (7.3)	
<b>8. Gerenciamento da qualidade do projeto</b>		Planejamento da qualidade 3.2.2.12 (8.1)	Realizar a garantia da qualidade 3.2.3.2 (8.2)	Realizar o controle da qualidade 3.2.4.7 (8.3)	
<b>9. Gerenciamento de recursos humanos do projeto</b>		Planejamento de recursos humanos 3.2.2.13 (9.1)	Contratar ou mobilizar a equipe do projeto 3.2.3.3 (9.2) Desenvolver a equipe do projeto 3.2.3.4 (9.3)	Gerenciar a equipe do projeto 3.2.4.8 (9.4)	
<b>10. Gerenciamento das comunicações do projeto</b>		Planejamento das comunicações 3.2.2.14 (10.1)	Distribuição das informações 3.2.3.5 (10.2)	Relatório de desempenho 3.2.4.9 (10.3) Gerenciar as partes interessadas 3.2.4.10 (10.4)	
<b>11. Gerenciamento de riscos do projeto</b>		Planejamento do gerenciamento de riscos 3.2.2.15 (11.1) Identificação de riscos 3.2.2.16 (11.2) Análise qualitativa de riscos 3.2.2.17 (11.3) Análise quantitativa de riscos 3.2.2.18 (11.4) Planejamento de respostas a riscos 3.2.2.19 (11.5)		Monitoramento e controle de riscos 3.2.4.11 (11.6)	
<b>12. Gerenciamento de aquisições do projeto</b>		Planejar compras e aquisições 3.2.2.20 (12.1) Planejar contratações 3.2.2.21 (12.2)	Solicitar respostas de fornecedores 3.2.3.6 (12.3) Selecionar fornecedores 3.2.3.7 (12.4)	Administração de contrato 3.2.4.12 (12.5)	Encerramento do contrato 3.2.5.2 (12.6)

Figura 2 Os grupos de processos e as áreas de conhecimento.

Fonte (PMBOK<sup>®</sup>, 2004)

Cada processo é então definido no guia PMBOK® através de entradas, ferramentas para aplicação e saídas. Os processos são através das entradas e saídas organizados de forma sequencial.

Outro ponto importante que marca fortemente a visão impressa no guia do PMI® é a abordagem através do ciclo PDCA, do inglês Plan – Do – Check – Act , traduzido como Planejar, Fazer, Conferir e Agir. Nesta abordagem, o projeto é visto como um grande processo de transformação, sendo entendido como um ciclo de aprendizado. Já as suas partes, os sub-processos, ou etapas, são em si também uma reprodução menor do todo, contendo também um ciclo inteiro de PDCA cada uma. Desta forma a estrutura proposta de tipos de processos, de iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento, pode ser reproduzida dentro de cada parte do projeto assim como também no seu todo.

A análise do número de processos em cada grupo é também uma forma interessante de se analisar o guia PMBOK®. Existem 21 processos de planejamento, 7 de execução, 12 de controle, 2 de iniciação e 2 de encerramento. O número superior de processos de planejamento indica que este grupo de processos é para o PMI® o mais importante e complexo na gestão de projetos, exigindo uma sofisticação maior na sua execução.

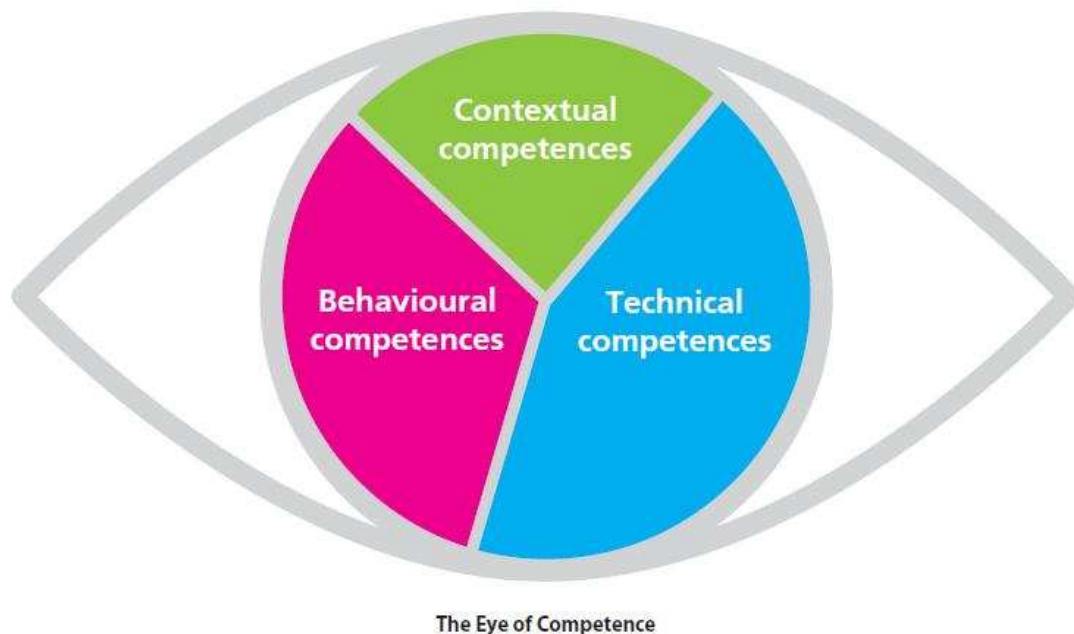
## Visão IPMA

O ICB (IPMA *Competence Baseline*) é distribuído gratuitamente na Internet. O IPMA busca através dessa base de referência congrega os pontos comuns das demais bases de referências desenvolvidas pelas instituições filiadas ao redor do planeta. Na visão do IPMA existiriam particularidades nas abordagens desenvolvidas em cada país que devem constar nas bases de

referência nacionais, mas não no padrão global. Esta decisão é muito provavelmente fruto da própria abordagem dada ao gerenciamento de projetos do IPMA.

No ICB são definidos, assim como no PMBOK<sup>®</sup>, vários conceitos básicos relacionados a gerenciamento de projetos. A partir daí a função gerenciamento de projetos é dividida em 46 competências técnicas, comportamentais e contextuais.

Cada competência é então definida. São propostas etapas de processo para cada competência e listados os principais tópicos relacionados, as principais relações com outras competências e também o grau de aplicação esperado para cada nível de certificação do IPMA. A figura 3 é o logotipo que simboliza a visão do IPMA através das competências.



**Figura 3 O olho das competências do ICB**

Segue abaixo a lista das 11 competências contextuais, 15 competências comportamentais e 21 competências técnicas descritas no ICB.

**Tabela 5 Os grupos e as competência do ICB**

Competências Contextuais	Competências Comportamentais	Competências Técnicas
Orientação de Projetos Orientação de Programas Orientação de Porta fólhos Implementação de Programas e Porta fólhos Organização Permanente Negócios Sistemas, Produtos e Tecnologias Gerenciamento de Pessoas Saúde, segurança e ambiente Finanças Leis	Liderança Envolvimento e Motivação Auto-controle Confiança Relaxação Mente aberta Criatividade Orientação à resultados Eficiência Racionalização Negociação Conflitos e Crises Credibilidade Apreço a Valores Ética	Sucesso na Gestão de Projetos Partes Interessadas Requisitos de Projeto e Objetivos Riscos e Oportunidades Qualidade Organização de Projetos Trabalho em Equipe Solução de Problemas Estruturas de Projetos Escopo e entregas Tempo e fases de projeto Recursos Custo e finanças Aquisições e Contratos Mudanças Reportes e Controle Informação e documentação Comunicação Iniciação Encerramento

### Metodologia PRINCE2®

O PRINCE2®, acrônimo para *Projects In Controlled Enviroments* é uma metodologia inglesa de gerenciamento de projetos que foi desenvolvido e pertence ao governo britânico. Esta metodologia é conhecida e utilizada no mundo todo sendo baseada na proposição de 7 processos e 7 temas. Ao contrário do guia PMBOK® o PRINCE2® propõe uma abordagem diferente para os processos. Enquanto a proposição do PMI® é que todos os processos podem se repetir nas sub-etapas dos projetos, no PRINCE2® alguns processos são executados apenas uma vez durante o ciclo de vida do projeto. Assim 4 dos 7 processos não se repetem enquanto os outros 3 se repetem em cada estágio de desenvolvimento.

Processos que não se repetem ao longo do projeto:

SU: *Starting Up a Project*

IP: *Initiating a Project*

DP: *Directing a Project*

CP: *Closing a Project*

Processos que se repetem a cada estágio do projeto:

CS: *Controlling a Stage*

SB: *Managing Stage Boundaries*

MP: *Managing Product Delivery*

As metodologias ágeis

As metodologias ágeis se desenvolveram como uma reação à utilização das metodologias tradicionais de gerenciamento de projetos para o desenvolvimento de software. O manifesto para desenvolvimento ágil de software, proposto no ano de 2001 em um encontro de programadores no Estados Unidos deu início a um movimento que culminou com o desenvolvimento de metodologias que primam pela adaptabilidade ao longo do processo. Esta característica, embora também prevista na visão clássica de gerenciamento de projetos através do princípio de planejamento incremental e da formalização de processos de mudança, era e ainda é comumente negligenciado na aplicação das metodologias convencionais. No desenvolvimento de software as mudanças são rotina por conta das maiores dificuldades para comunicação e descrição das características desejadas para o produto. A aplicação de metodologias menos flexíveis no tratamento de mudanças é de fato um inconveniente, pois gera custos extras e diminui a previsibilidade dos resultados do projeto.



Dentre as metodologias ágeis mais populares podemos citar o XP e o Scrum.

### **3. A ANÁLISE DE VALOR AGREGADO E A TÉCNICA *EARNED SCHEDULE***

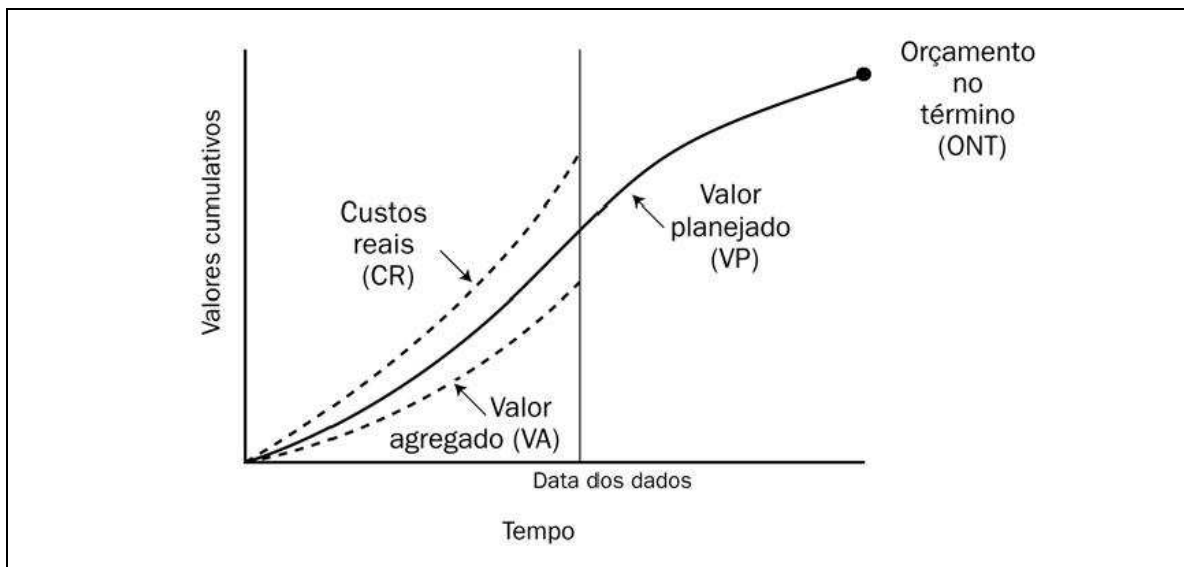
#### **3.1. Introdução a Análise de Valor Agregado**

A análise de valor agregado é uma técnica de acompanhamento financeiro de projetos que contempla também o controle sobre o progresso das atividades planejadas em relação a uma linha de base previamente estabelecida. Desta forma, a utilização desta ferramenta acaba sendo proveitosa principalmente para o gerenciamento de custos, prazo e escopo almejado e de forma auxiliar também ao gerenciamento da qualidade, riscos, comunicações e demais áreas do gerenciamento de projetos.

A grande distinção da análise de valor agregado – AVA – frente ao acompanhamento de custos padrão se dá pela introdução da medida de evolução dos indicadores físicos de progresso de forma integrada na análise. Enquanto a abordagem convencional apenas compara o custo real com o custo planejado a análise de valor agregado introduz um terceiro elemento para avaliação conjunta, o cumprimento do escopo planejado. Com as três curvas de valor geradas é possível o cálculo de uma série de correlações que ajudam na identificação de atrasos, sobre-custos e também na geração de estimativas. A análise crítica sobre os indicadores de valor agregado é uma ferramenta extremamente eficaz na identificação precoce de problemas potenciais na execução de projetos (EIA, 1998).

A figura 4 apresenta as curvas da análise de valor agregado. A curva contínua central em formato de “S” representa o acumulado ao longo do tempo dos custos planejados do projeto, esta curva atinge seu valor máximo na data de final planejado e o seu valor final corresponde ao orçamento total do projeto. Esta curva, de valor planejado (VP), é a linha de

base em relação a qual o desempenho do projeto será medido ao longo da sua execução e é derivada do cronograma desenvolvido para o projeto.



**Figura 4 Relatório de desempenho gráfico (Curva S).**

Acima da curva de valor planejado (VP), está representada a curva de custos reais (CR) que representa os custos incorridos acumulados ao longo da evolução do projeto. Abaixo da curva de valor planejado está representada a curva de valor agregado (VA) que representa a evolução física das atividades planejadas para o projeto.

O orçamento no término (ONT) é o valor final planejado ou valor orçado do projeto, coincide com o ponto final da curva de VP.

A análise conjunta destas três curvas ao longo da evolução dos projetos permite uma visualização ampla do desempenho em relação ao planejado. As principais correlações possíveis são descritas a seguir:

Varição de custos (VC): é calculada pela diferença entre valor agregado e o custo real.

$$VC = VA - CR \quad (1)$$

Varição de prazos (VP): é calculada pela diferença entre valor agregado e o valor planejado.

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

Varição de tempo (VT): é a diferença, em termos de tempo entre o executado e o planejado. É calculado pela diferença entre a projeção sobre o eixo de tempo da curva de valor agregado e a projeção também sobre o eixo de tempo do ponto na curva de valor planejado deste mesmo valor agregado. Esta diferença representa temporalmente o atraso ou adiantamento do projeto.

Índice de desempenho de prazo (IDP): é a razão entre o valor agregado e o valor planejado em um dado momento do projeto; IDP igual a unidade indica que o valor planejado foi integralmente agregado ao projeto até o momento; IDP menor do que a unidade indica que o projeto está atrasado e, finalmente, IDP maior do que a unidade indica que o projeto está adiantado.

$$IDP = VA / VP \quad (3)$$

Índice de desempenho de custo (IDC): é a razão entre o valor agregado e o custo real incorrido em um dado momento do projeto; IDC igual a unidade indica que o valor agregado foi implementado de acordo com o custo planejado; IDC menor do que a unidade indica que o projeto está custando mais do que o esperado e, finalmente, IDC maior do que a unidade indica que o projeto está custando menos que o planejado.

$$IDC = VA / CR \quad (4)$$

Ainda é possível a comparação entre o valor planejado e o custo real, excluindo o valor agregado. Esta análise serve para verificar a evolução do fluxo de caixa do projeto em relação ao planejado.

Além da determinação do desempenho do projeto através das correlações apresentadas, a AVA permite ainda a geração de estimativas ou prognósticos para o período restante do projeto. O PMBOK<sup>®</sup> descreve as estimativas de custo “para terminar” e “no término” respectivamente nomeadas EPT e ENT.

A estimativa EPT pode ser calculada de formas variadas de acordo com o julgamento da equipe de gerenciamento do projeto. A decisão pela forma mais apropriada de cálculo da estimativa é basicamente a de extrapolar o desempenho verificado até o momento para as atividades restantes ou considerar que o desempenho das atividades restantes se dará de acordo com o planejado para elas.

Se a equipe de gerenciamento do projeto entende que o desempenho até o momento foi atípico, o cálculo da estimativa para o término é o seguinte:

$$EPT = ONT - VA \quad (5)$$

Caso a equipe decida por extrapolar o desempenho até o momento para as demais atividades restantes, então o cálculo é o seguinte:

$$EPT = (ONT - VA)/IDC \quad (6)$$

A estimativa no término (ENT) é posteriormente calculada da seguinte forma:

$$ENT = CR + EPT \quad (7)$$

Varição no término (VNT) é calculada da seguinte forma:

$$VNT = ONT - ENT \quad (8)$$

Analogamente as estimativas de custo, ainda é possível, a partir dos dados da análise de valor agregado, a geração de estimativas de término para o projeto como descreve LIPKE. Este tópico será desenvolvido na seção 2.3.

### **3.2. Os padrões para Gerenciamento por Valor Agregado – EVM**

A utilização da análise de valor agregado para a gestão de múltiplos projetos provoca a criação de mecanismos de sistematização da prática dentro das organizações. Estes sistemas de controle integram uma série de regras e visam à padronização dos critérios através de todos os projetos executados. As melhores práticas no estabelecimento destes padrões foram reunidas em padrões da indústria como o padrão 748 da *Electronic Industries Alliance*.

O padrão EIA-748 foi criado por colaboradores de várias organizações norte-americanas com o propósito de eliminar mal entendidos e disseminar um vocabulário comum no estabelecimento de um sistema de gerenciamento por valor agregado. Nele estão reunidas as melhores práticas de negócios para o planejamento e controle de programas. Por ser baseado na aplicação da técnica de valor agregado promove uma integração entre os objetivos de escopo, prazo e custo dos empreendimentos. O sistema proporciona uma base para identificação de problemas, ações corretivas bem como a realização de replanejamentos do trabalho caso seja necessário.

O sistema de controle proposto pela EIA-748 não precisa ser implementado assim como descrito no padrão, pode e deve ser adaptado à realidade e as necessidades da organização em questão. O documento é centrado na definição de uma série de termos ligados ao assunto como, por exemplo: custos diretos, custos indiretos, custo real, variação de custo, valor agregado, linha de base de medição de performance, marcos, pacotes de trabalho, cronogramas, reservas gerenciais, etc. Também são descritas as hipóteses de funcionamento do sistema em conjunto com as estruturas contábeis e as práticas de orçamentação e replanejamento de projetos.

O documento faz uma descrição em alto nível do processo. Sugere a realização de atividades do tipo:

- pelo menos mensalmente gerar informações de variação em relação à linha de base;
- identificar as razões para as variações encontradas;
- implementar ações de melhoria;
- revisar periodicamente as estimativas “para o término” e “no término”;
- documentar as mudanças na linha de base ou longo do tempo.

O grande benefício da aplicação de uma sistemática de gerenciamento por projetos é a garantia de que existem regras comuns para todos os projetos gerenciados e que será possível à identificação precoce de problemas potenciais enquanto talvez ainda haja tempo de se implementar ações corretivas.

### **3.3. Análise de Valor Agregado, Estimativas de Término e Limitações**

A variação de prazos (VP) e o índice de desempenho de prazo (IDP) são respectivamente a diferença e a razão entre o valor agregado (VA) e o valor planejado (VP). A geração de estimativas de término de projetos; que consiste, basicamente, no cálculo da data de encerramento de um projeto e conseqüentemente do quanto ele vai durar a mais ou a menos que o planejado; são normalmente realizadas com a utilização destes dois indicadores.

Existem diversas maneiras de se gerar uma estimativa de término de um projeto baseado nos custos extraídos da AVA. Todos os métodos existentes dependem fundamentalmente da escolha de um cenário de desempenho para a realização das atividades ainda pendentes e ficam limitadas pela qualidade das informações da AVA. Uma das formas de se gerar uma estimativa é supondo que o desempenho de prazo do projeto medido até o



presente momento irá se manter até o término do empreendimento. Poderíamos, entretanto, supor que o desempenho poderá melhorar e chegará ao nível ideal planejado ou que irá piorar ainda mais.

Além da escolha de um cenário para o desempenho futuro do projeto, ainda temos que escolher a forma de converter este desempenho, calculado por uma relação de custos, em tempo. Uma maneira simples de fazer a conversão é dividindo a duração planejada para todo o projeto em dias, por exemplo, pelo índice de desempenho de prazo IDP, que é adimensional. Obteríamos desta forma uma estimativa de duração para todo o projeto.

O estudo do diagrama de rede, do caminho crítico e dos principais riscos do projeto são de grande ajuda para a determinação do cenário mais provável para o restante da execução. Podemos imaginar que muitas vezes o tipo de atividades que ainda serão realizadas no projeto são de natureza diferente (OLIVEIRA) daquelas executadas desde o início da medição do desempenho até o momento atual. Sendo assim estas atividades podem estar sujeitas a um grupo de riscos diferenciados que o daquelas já efetuadas, ou talvez tenham sido estimadas por indivíduos mais ou menos otimistas. De qualquer forma seria uma precipitação extrapolar o desempenho obtido até o momento ou fazer qualquer inferência sobre o mesmo sem uma análise crítica sobre o que de fato está para ser feito e de que maneira o planejamento foi realizado.

Um outro fator que se pode levar em conta é que as estimativas feitas para o projeto todo (linha de base) normalmente foram realizadas em um período de tempo cronologicamente mais perto das atividades que passaram do que das que virão, o que pode nos levar a crer que provavelmente a qualidade do planejamento das atividades da parte final

do projeto correm um risco maior de serem errôneas pelas mudanças ambientais ocorridas entre o momento do planejamento da linha de base e da sua execução. Concluiríamos, sob esta hipótese, que o desempenho apresenta uma tendência natural a piorar na medida em que aumenta o distanciamento entre a determinação da linha de base e a execução das tarefas nela estimadas.

Este raciocínio pode ser válido no caso do projeto estar sendo realizado em um ambiente em rápida mutação, mas não valeria em outro, onde as condições ambientais fossem mais estáveis. Neste segundo ambiente o que teria mais impacto seria, na realidade, a qualidade das estimativas realizadas. Seria perfeitamente natural que o gerente de projeto e a equipe de planejamento fossem capazes, por alguma razão qualquer, de estimar com mais qualidade a realização de um grupo de atividades presentes no período final do projeto. Sendo assim o desempenho tenderia a ser mais ideal ao final contrariando a hipótese levantada acima.

Dependendo da frequência com que alguns dos dados sobre a realização de um projeto são levantados pode existir a ocorrência de períodos onde o valor dos indicadores não corresponde ao que se observa na prática. Vamos supor, por exemplo, que em um projeto de grande porte a contabilidade dos custos inferidos seja feita mensalmente. Entretanto a verificação do andamento das atividades é quinzenal. Mesmo com a verificação de andamento sendo quinzenal é evidente que os valores mais realistas só poderão ser lidos mensalmente junto com a contabilização dos custos reais e os indicadores de desempenho devem ser acompanhados e registrados com a mesma frequência de amostragem.

A utilização de valores acumulados para VP, VA e CR reduz o impacto do efeito apontado. O erro vai sempre depender da porcentagem do custo acumulado que o custo incorrido no período representa. Quando o custo mensal representa uma parcela pequena do custo total acumulado, como em projetos de longa duração, o erro verificado deve ser pequeno. De qualquer forma, podemos concluir que nos períodos iniciais de qualquer projeto o erro tende a ser sempre maior.

Algumas pesquisas realizadas sobre o banco de dados de projetos do DoD sugerem a existência de um ponto de estabilidade do IDC a partir do qual este índice não varia mais do que 10%. Este ponto ficaria supostamente entorno de 20% de progresso na execução do projeto (onde 100% corresponde ao final do projeto). Entretanto, esta hipótese é ainda muito contestada por outros pesquisadores (LIPKE *et al.*, 2009).

O problema do período de verificação contábil de custos reais não afeta a verificação de desempenho de prazo, pois esta depende somente da realização da amostragem do VA que diz respeito ao andamento das atividades, dado que a linha de custos orçados, VP, é previamente conhecida.

Oliveira ainda descreve o problema do fluxo de caixa defasado que algumas atividades apresentam. Este defasamento se dá entre o momento em que se agrega o valor, ou seja, que se realiza o benefício e o momento em que o custo é contabilizado. O pagamento parcelado de um produto ou serviço, por exemplo, se enquadraria neste tipo de problema.

Uma outra limitação da AVA tradicional se verifica em projetos que atrasam tipicamente. A partir da data de término prevista a abordagem tradicional é incapaz de gerar

um indicador de desempenho de prazo que seja razoável, dado que a curva de VP já atingiu o seu valor máximo (ONT) e não poderá mais variar. Assim o que o IDP tradicional indica é um mero percentual de conclusão do projeto e não mais um indicativo de desempenho. Qualquer estimativa de término feita a partir daí com a utilização do IDP tradicional não fará muito sentido.

Uma das propostas de solução para este problema é a conversão do valor agregado em cronograma agregado proposta na técnica *Earned Schedule*. Esta conversão consiste em utilizar a projeção das curvas sobre o eixo de tempo para a geração de indicadores como o VT (variação de tempo) descrito na seção 2.1.

A figura 5 representa o IDP clássico e o IDP<sub>ES</sub> de um projeto hipotético, verificado em um momento posterior ao final planejado. Fica evidenciada no gráfico, a mudança de comportamento do IDP clássico a partir da data de término planejada. O IDP<sub>ES</sub> continua representando o desempenho de prazo do projeto enquanto o IDP clássico converge para um.

Tabela 6 Evolução dos indicadores de prazo para um projeto atrasado

	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7
Valor Planejado	5.2	14.2	21.6	28.7	34.9	34.9	34.9
Custo Real	8.2	15.4	22.4	27.8	38.2	47.5	52.4
Valor Agregado	7.5	13.9	20.1	25.4	30.5	32.1	33.5
Valor Mensalmente Agregado	6.4	6.2	5.3	5.1	1.6	1.4	
IDP clássico	1.44	0.98	0.93	0.89	0.87	0.92	0.96
IDP ES	-	0.97	0.90	0.85	0.82	0.71	0.63

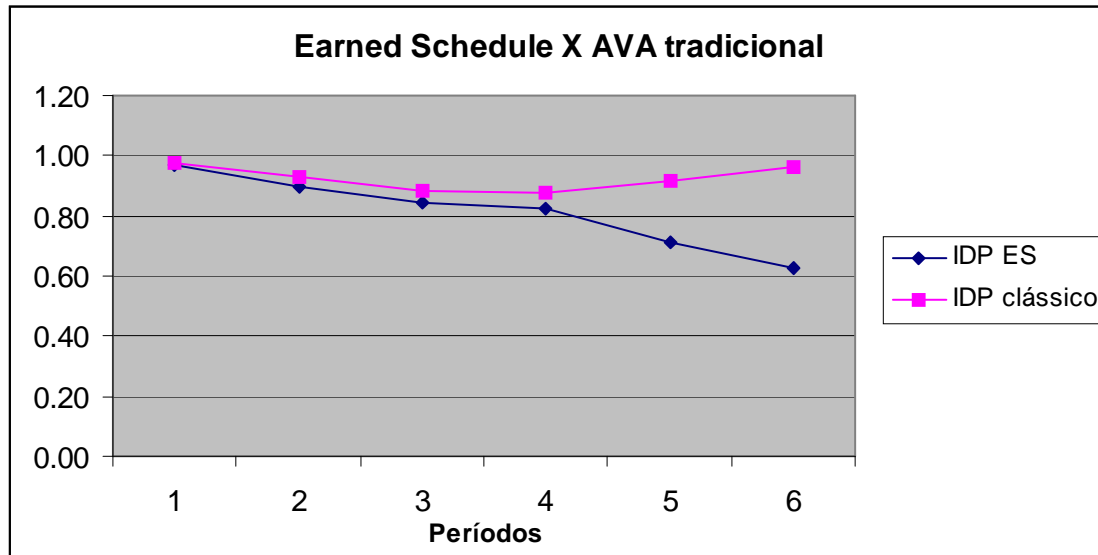


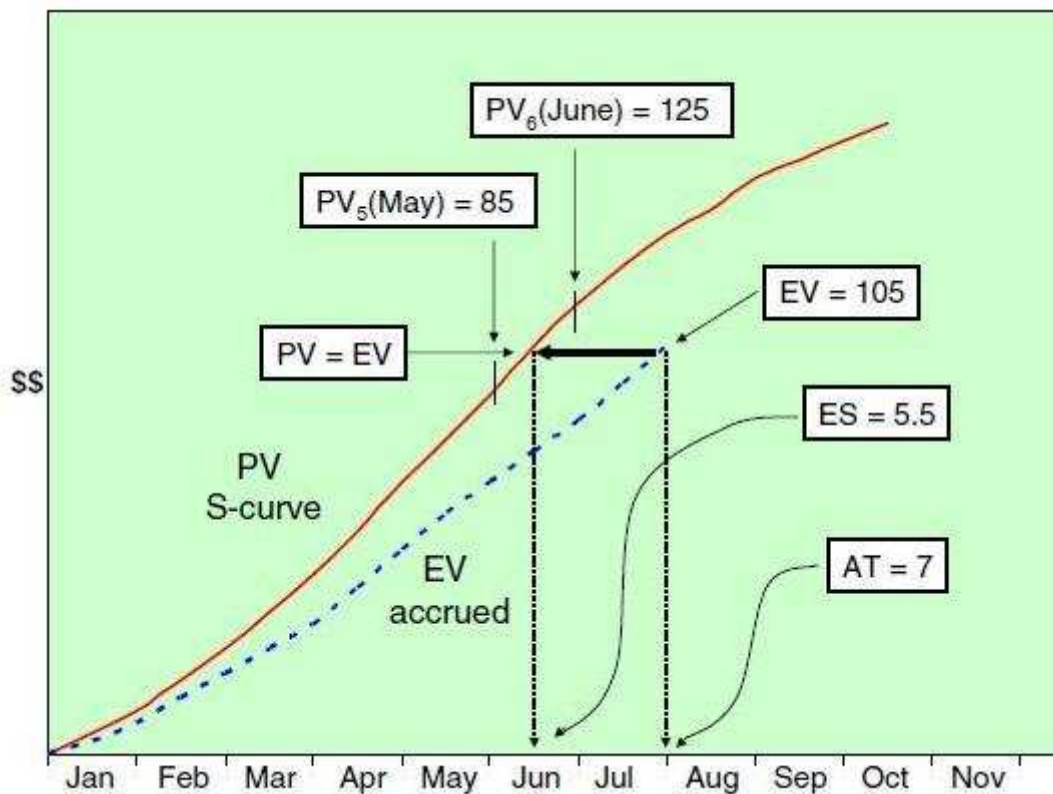
Figura 5 Comportamento dos indicadores de desempenho de prazo

No estudo de caso apresentado no capítulo 3 deste trabalho, a técnica *Earned Schedule* é aplicada para a geração de estimativas de término de projeto que tipicamente atrasam.

Por fim, se pode concluir que levando em conta todos os fatores limitantes presentes nos dados da análise de valor agregado é possível levar a cabo a geração de estimativas de conclusão de projetos. A validação destas estimativas se faz necessária pelos possíveis equívocos gerados pelas limitações da técnica. A análise crítica dos resultados se dará frente às percepções da equipe de gerenciamento de projeto e à aplicação conjunta de outras técnicas como a do caminho crítico, análise do cronograma, análise de riscos, etc.

### 3.4. Técnica *Earned Schedule* e os seus Benefícios

A técnica *Earned Schedule* propõe uma simples alteração na forma de calcular a variação de prazo e o índice de desempenho de prazo através da conversão do valor agregado originalmente dado em custo em um valor de tempo percorrido chamado de *Earned Schedule*. A figura 6 mostra como este relacionamento é feito.



**Figura 6** Conceito de cronograma agregado.

Fonte: (LIPKE *et al.*, 2009)

A curva contínua representa o valor planejado VP. A curva tracejada representa o valor agregado VA em um ponto qualquer durante a realização do projeto. Para determinação do ES deve-se traçar uma reta horizontal partindo do ponto atual de VA (EV= 105 na figura) com o objetivo de encontrar o valor correspondente na curva de VP (PV=EV na figura).

Encontrado o ponto na curva de valor planejado deve-se traçar uma reta vertical para finalmente encontrar no eixo horizontal a data correspondente de realização planejada deste valor. A diferença entre esta data encontrada e a data de início do projeto é o que chamamos de ES (ES=5.5 na figura).

Para facilitar o entendimento das expressões que seguem faremos algumas definições:

DVA: data correspondente a qualquer ponto na curva de valor agregado;

DVP: data correspondente a qualquer ponto na curva de valor planejado;

DA: data atual;

DI: data de início do projeto;

DT: data de término no planejamento;

DVP(VA): é a data correspondente ao ponto na curva de valor planejado equivalente ao valor agregado atual.

Definimos então ES como:

$$ES = DVP(VA) - DI \quad (9)$$

Assim, definimos os dois novos indicadores  $VP_{ES}$  e  $IDP_{ES}$  em função de tempo de acordo com as expressões abaixo:

$$VP_{ES} = (DVP(VA) - DI) - (DA - DI)$$

Ou de mesma forma:

$$VP_{ES} = ES - (DA - DI) \quad (10)$$

E por fim definimos o  $IDP_{ES}$  como:

$$IDP_{ES} = ES / (DA - DI) \quad (11)$$

A hipótese fundamental desta técnica é que o cálculo de uma estimativa de término que tem como base uma razão entre tempos deve ser mais acertada que uma relação baseada em uma razão de custos já que a relação mostrada na curva S entre custo acumulado e tempo transcorrido não é linear. Um outro benefício alcançado pela técnica *Earned Schedule* é a obtenção de um indicador de prazo, o  $IDP_{ES}$ , que representa efetivamente o desempenho de prazo mesmo em períodos que vão além da data final planejada, sendo, portanto útil para análise de projetos que tipicamente atrasam.

Uma estimativa de duração a partir do  $IDP_t$  é realizada de acordo com a seguinte equação:

$$ED = DP / IDP_{ES} \quad (12)$$

Onde DP é a duração planejada para o projeto.

Podemos ainda definir as estimativas de tempo “para o término” e “no término”, respectivamente  $EPT_p$  e  $ENT_p$ :

$$EPT_p = (DT - DVP(VA))IDP_{ES}$$



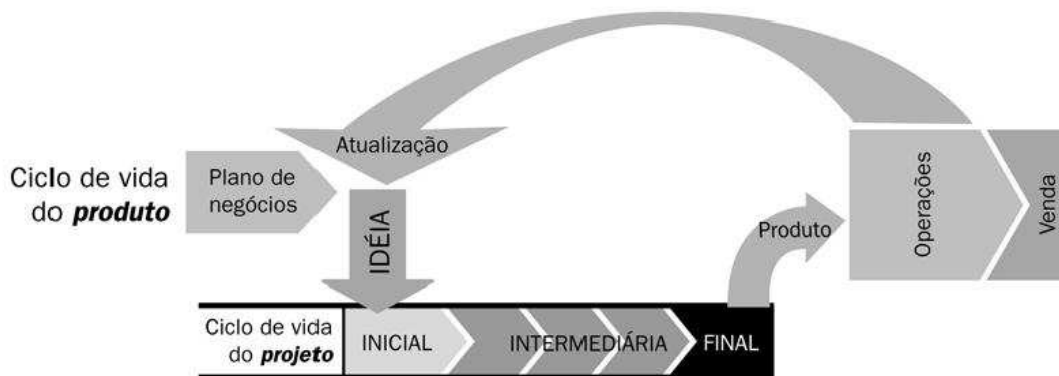
$$ENT_p = DA + (DT - DVP(VA))IDP_{ES}$$

A informação utilizada para o cálculo do indicador e das estimativas na técnica *Earned Schedule* é essencialmente a mesma que a disponível para o cálculo na metodologia clássica, o que muda é o processamento que é dado sobre estes dados. Desta forma o trabalho para a geração das estimativas por esta técnica é o mesmo que o empregado na forma tradicional e requer apenas pequenas alterações nos sistemas informatizados geralmente utilizados neste tipo de aplicação.

## 4. APLICAÇÃO DA TÉCNICA *EARNED SCHEDULE* EM PROJETOS REAIS DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

### 4.1. Processo de Desenvolvimento de Produtos

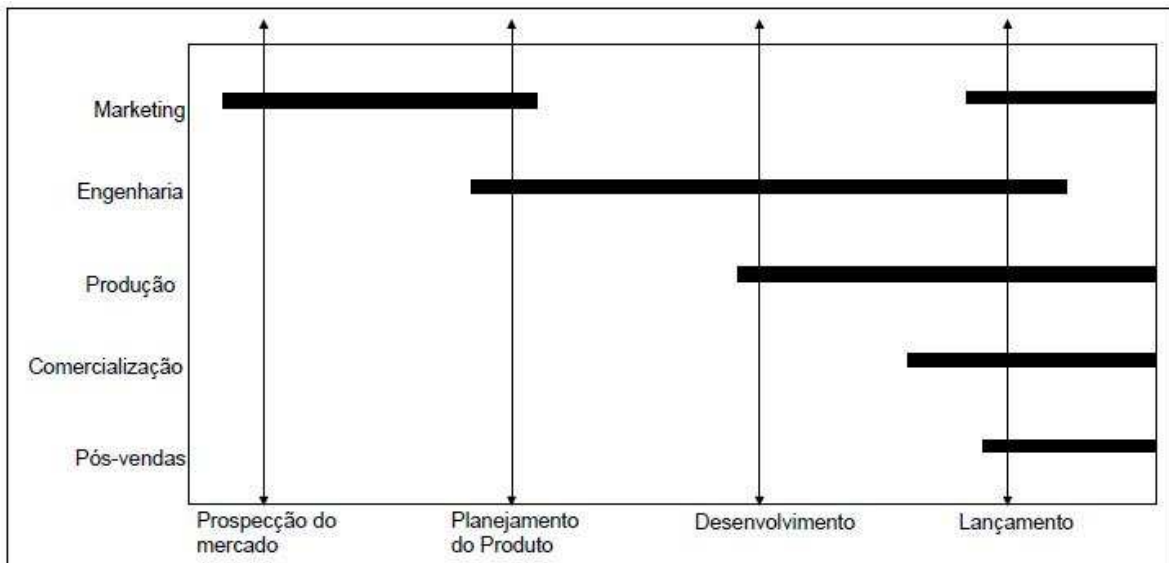
Uma das áreas de aplicação muito comuns do gerenciamento de projetos é a de desenvolvimento de produtos. O guia PMBOK® enquadra as fases do gerenciamento de projetos dentro do ciclo de vida de produto. A figura 7 descreve a relação entre as etapas do ciclo de vida do projeto junto as demais atividades operacionais que formam o ciclo de vida do produto.



**Figura 7** Ciclo de vida de projeto e produto.

**Fonte:** PMBOK®

Não existe uma definição exata de onde deve começar ou terminar a gestão de projetos dentro de um processo de desenvolvimento de produtos. Esta questão se resolve no momento em que se define o escopo de projeto. Para que possamos nos situar melhor dentro do processo de desenvolvimento de produtos que será descrito neste capítulo faremos uma revisão do que se entende por processo de desenvolvimento de produtos, suas etapas e implicações.



**Figura 8 Áreas funcionais e o desenvolvimento de produtos**

Fonte: (Echeveste, 2003)

De acordo com Kerzner (2006), o desenvolvimento de produtos é um processo que pode levar meses ou até mesmo anos, sua importância se deve ao fato de que o resultado deste processo é a garantia da manutenção da organização no mercado. O PDP envolve o tempo de desenvolver, comercializar e introduzir o novo produto no mercado, em certas indústrias o PDP é fator essencial para a sobrevivência. O desenvolvimento de produtos é uma atividade complexa que envolve, ao longo da sua realização, variadas áreas funcionais dentro das empresas, como está representado na figura 8. Ainda de acordo com Kerzner (2006), os sobre custos muitas vezes observados nos PDP são normalmente associados à gestão de projetos ineficaz e ao controle de custos inadequado, mas também são consequência das mudanças de escopo e aos aperfeiçoamentos realizados nos produtos. De acordo com Echeveste (2003) é amplamente aceito que as fases iniciais de concepção são mais críticas para o sucesso técnico e econômico de um novo produto.

Echeveste (2003) utiliza como referência as seguintes fases de processo de desenvolvimento de produto:

Fase 0 - Avaliação Preliminar do Mercado: pesquisa em fontes bibliográficas, contato com consumidores chaves, grupos focalizados, teste de conceito com consumidores potenciais;

Fase 1 - Desenvolvimento do Conceito do Produto: estudos de características técnicas e econômicas de novos produtos e resultados de pesquisas junto ao consumidor;

Fase 2 - Planejamento do Projeto preliminar e detalhado: Cronograma e orçamento de despesas, detalhamento do produto, análise de riscos financeiros e tecnológicos, parceria com fornecedores chave;

Fase 3 - Desenvolvimento do Protótipo: especificações do produto e realização do projeto;

Fase 4 - Planejamento da Produção: planejamento dos processos de manufatura, testes de confiabilidade, serviços e vendas;

Fase 5 - Verificar Produto e Processos para o Início da Produção: testes e ajustes no produto, ensaios de campo, produção piloto, teste de vendas e revisão da análise financeira com custos atualizados;

Fase 6 - Lançamento do Produto: implementação do plano de lançamento e plano de produção, avaliação do desempenho do projeto.

As seis fases definidas por Echeveste (2003) estão também ilustradas na figura 9.

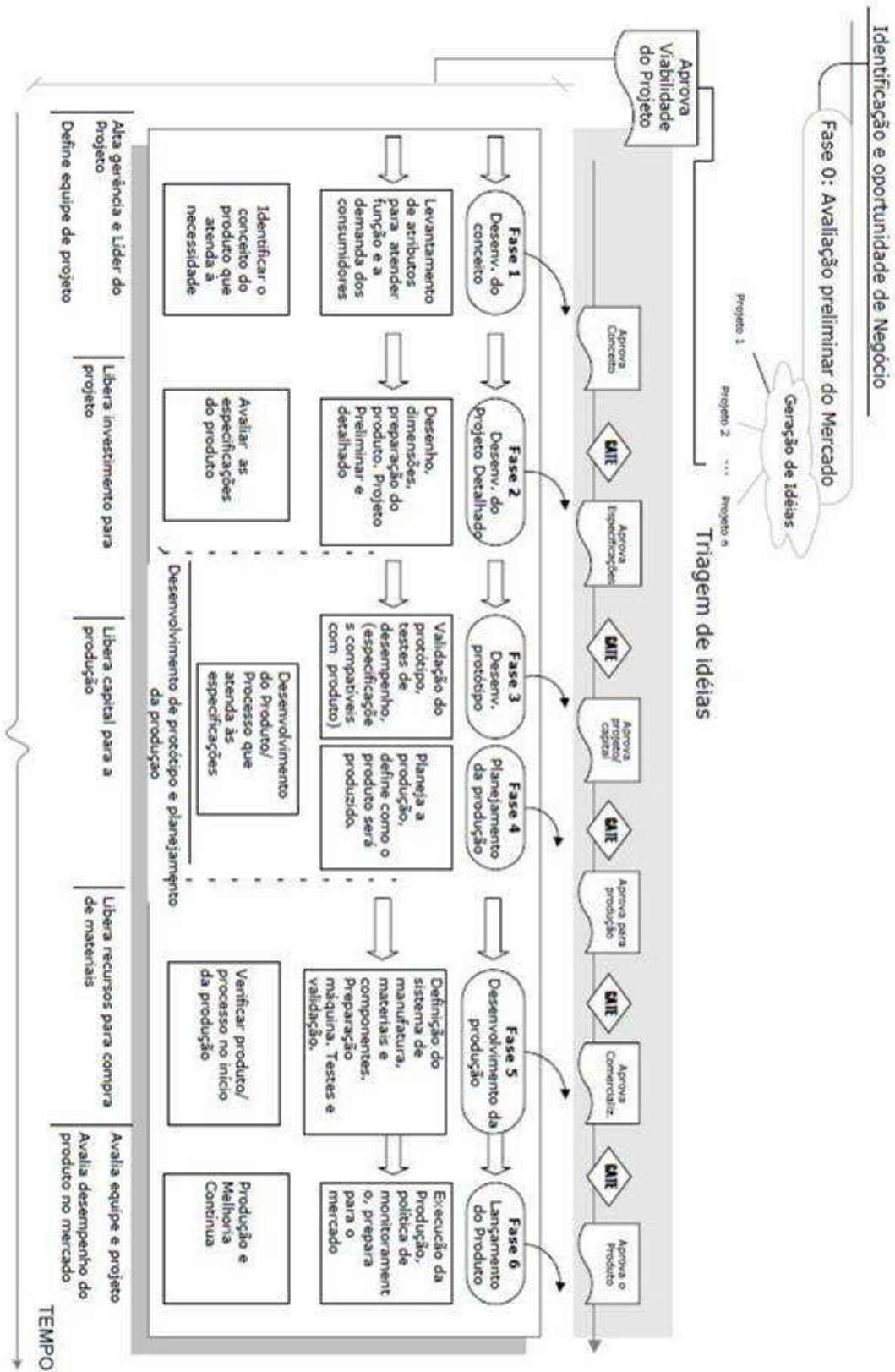


Figura 9 As fases do desenvolvimento de produtos

Para Patterson *apud* Echeveste (2003) melhorias de sucesso dependem de quão rápido as pessoas podem medir os resultados, identificar questões competitivas, definir ações corretivas e implementar mudanças no processo.

Desta forma, é comum a utilização de indicadores de desempenho para avaliação do andamento ao longo do processo. Os indicadores do projeto servem para monitorar a informação e garantir que melhorias sejam tomadas e que problemas sejam evitados nos próximos desenvolvimentos. São utilizados para comparar as metas planejadas no início do desenvolvimento com o desempenho obtido.

Wheelwright *apud* Echeveste (2003) propõe a análise em quatro dimensões de desempenho:

- fontes de produtividade: especialmente aspectos de engenharia e de custos;
- qualidade no projeto: desempenho do produto em campo;
- *time-to-marketing*: tempo de entrada no mercado, frequência de entrada de novos produtos;
- métricas estratégicas: outras medidas de desempenho adotadas que avaliam o desempenho do desenvolvimento.

Com o objetivo de promover vantagens na gestão das atividades alguns autores sugerem uma segregação dos projetos em diferentes tipos como, por exemplo:

- Projetos inovadores;
- Projetos de plataformas;
- Outros: extensões, modificações, melhorias, consertos e reduções de custos.

Já Kerzner (2006) sugere a seguinte distinção:

- Projetos Ofensivos: objetivam captar novos mercados ou expandir a fatia de mercado existente.

- Projetos Defensivos: objetivam estender a duração dos produtos ou serviços existentes. Isso pode incluir novas funcionalidades ou aperfeiçoamentos para manter os atuais clientes ou para captar novos clientes para os produtos ou serviços já oferecidos. Os projetos defensivos geralmente são mais fáceis de administrar do que os projetos ofensivos e têm maior probabilidade de sucesso.

Por fim, desenvolvemos brevemente até aqui alguns conceitos básicos referentes ao processo de desenvolvimento de produtos, como o seu propósito, importância, complexidade, relacionamento com as áreas funcionais, as suas fases, critérios de avaliação de desempenho e finalmente as suas demandas características. Na próxima seção iremos caracterizar o processo de desenvolvimento específico no qual foram desenvolvidos os projetos que estudaremos.

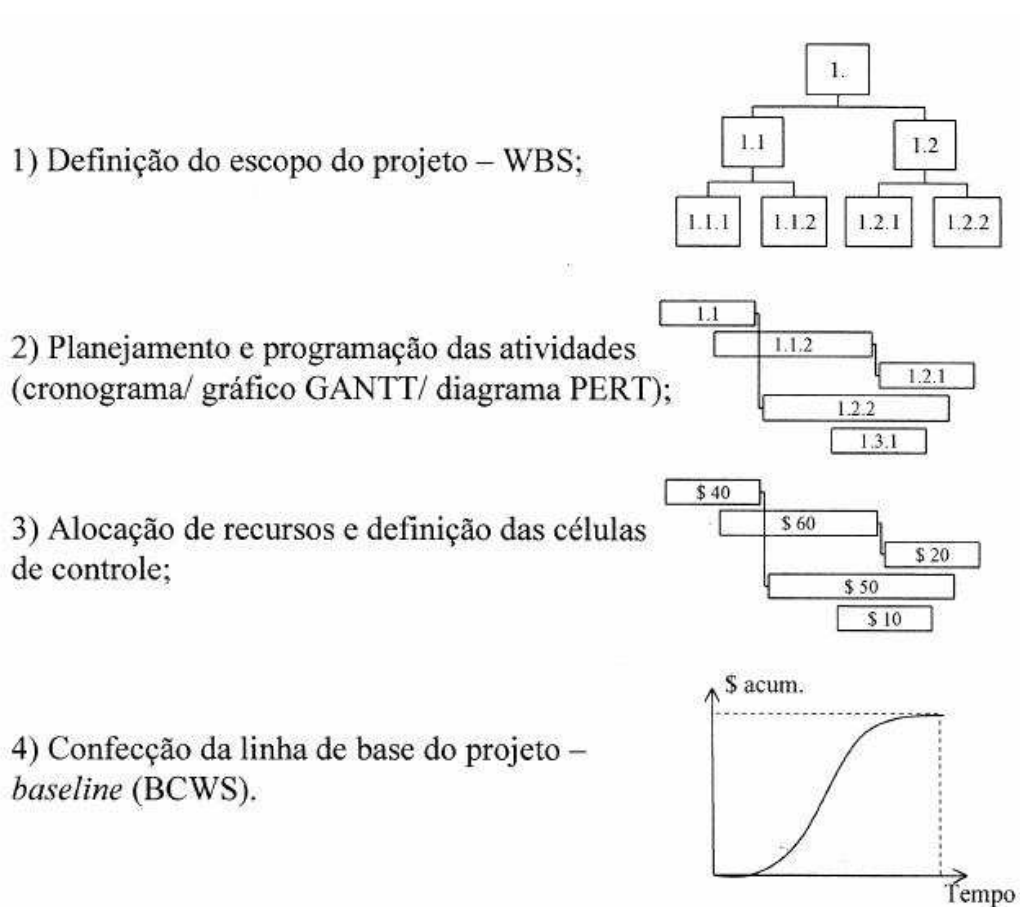
#### **4.2. Ambiente de Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos**

O processo de desenvolvimento de produtos no qual os projetos analisados foram realizados é de extrema importância para a empresa em questão, visto que existe uma constante demanda por renovação tecnológica no mercado onde atua, o de telecomunicações.

O processo de desenvolvimento de produtos estudado, contempla atividades de várias áreas funcionais na empresa em questão, como por exemplo: marketing, P&D, suprimentos, área fabril, suporte, qualidade, etc. As etapas constituintes do processo estudado são:

- Planejamento;
- Projeto;

A etapa de planejamento engloba as fases 0, 1 e 2 (parcialmente) do modelo proposto por Echeveste (2003) como geração de idéias, desenvolvimento de conceito, levantamento de atributos e especificações e o desenvolvimento do cronograma de projeto. Ao final desta etapa um plano de projeto é gerado e a continuidade do mesmo é decidida.



**Figura 10** Etapas de planejamento.

Fonte: (OLIVEIRA, 2003)

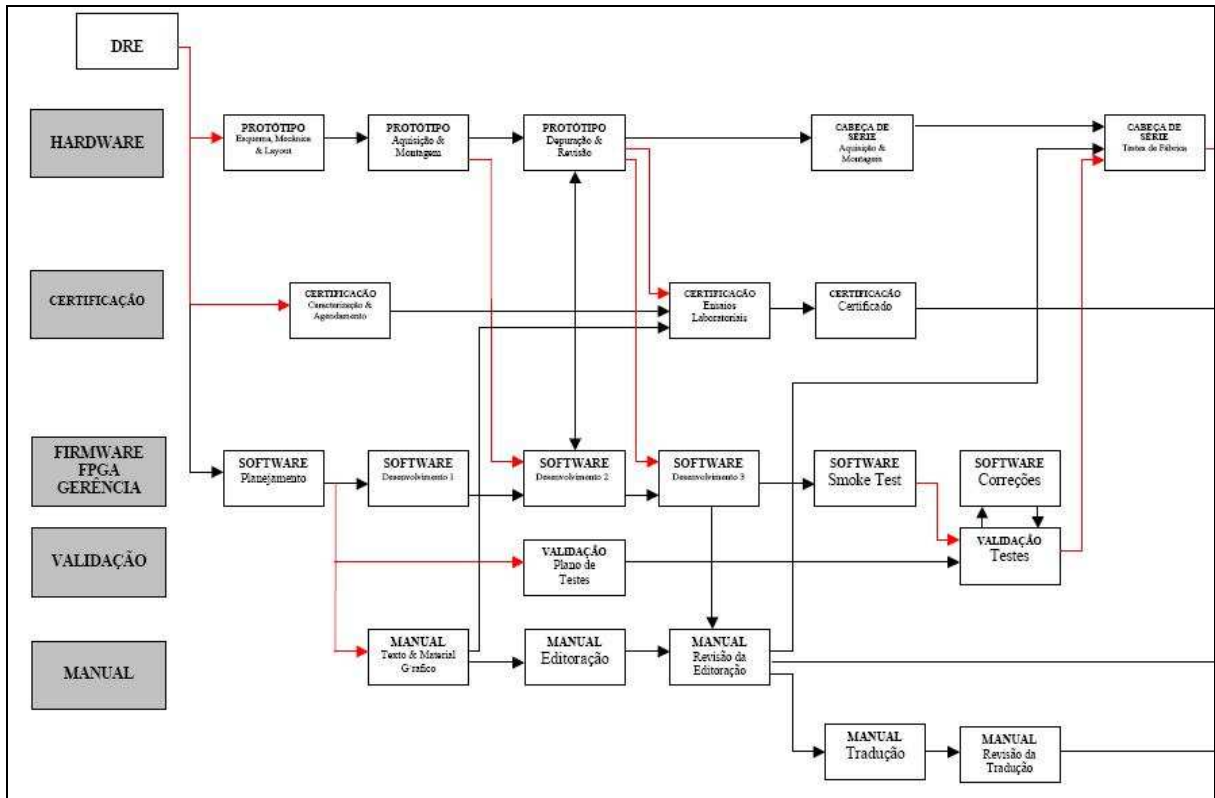
A desenvolvimento deste plano de projeto é realizado de acordo com as práticas indicadas no guia PMBOK<sup>®</sup>. A figura 10 representa graficamente as etapas de elaboração do plano de projeto. O primeiro item diz respeito à definição do escopo do projeto, onde a EAP (WBS na figura) representa a quebra e a hierarquização deste escopo seguindo as regras de elaboração padronizadas. No segundo item está representado o planejamento da realização do



escopo definido. Cada item da EAP é transcrito no cronograma juntamente com a expectativa de duração, encadeamento cronológico e interdependências entre as tarefas. No terceiro item está representada a alocação de recursos às atividades. A etapa três pode levar a revisões da etapa 2. Por fim se dá o estabelecimento de uma linha de base de custos para o projeto. Esta linha torna-se a referência de avaliação de desempenho para os projetos aprovados.

A etapa de projeto normalmente engloba, entre outras atividades, o desenvolvimento de esquemas elétricos, documentação das placas de circuito impresso, desenhos mecânicos, montagens de protótipos, codificação de software, testes, manuais e certificação do produto. A etapa de projeto inclui as fases 2 (parcialmente), 3, 4 e 5 do modelo proposto por Echeveste (2003).

A forma com que as principais atividades se distribuem temporalmente nos projetos varia caso a caso. A figura 11 representa um típico diagrama de precedências de projeto contemplando as atividades mencionadas.



**Figura 11 Diagrama de rede de projeto típico.**

**Fonte: O autor**

O PDP estudado conta com três indicadores de desempenho para avaliação do processo. Esta avaliação se dá basicamente pela comparação entre o realizado e o previsto no plano de projeto desenvolvido ao final da etapa de planejamento. Desta forma, percebe-se que o sistema de avaliação utilizado não contempla todo o processo, pois a etapa de planejamento fica excluída da análise. Outro ponto relevante quanto aos indicadores de desempenho utilizados é o fato que dois deles são derivados da AVA, razão pela qual a mesma é obrigatória para os projetos desenvolvidos.

Quanto aos tipos de projeto, não existe uma distinção definida na empresa em questão. Optou-se neste estudo por uma classificação em quatro grupos distintos de projetos: inovadores, derivados, substitutos de plataformas e de software. Esta classificação se deu pelo entendimento de que as análises para grupos de projetos similares podem ser mais conclusivas

e devem ser consideradas na interpretação dos dados da AVA. Segue uma descrição detalhada dos tipos de projetos definidos:

**Projetos inovadores:** aqueles que agregam quantia substancial de inovação tecnológica na constituição de uma solução nova. Em geral darão origem a projetos derivados que em conjunto com o primeiro formarão uma solução completa.

**Projetos derivados:** desenvolvimento para ampliação de uma solução ou plataforma já estabelecida.

**Substitutos de plataforma:** inclusão de novas características ou funcionalidades em produtos já existentes, aumento de capacidade, redução de custos, etc.

**Software:** inclusão de funcionalidades novas, correção de problemas, compatibilizações e projetos relacionados à plataforma de gerenciamento de redes.

### **4.3. Características Gerais dos Projetos Analisados**

Os projetos analisados são de produtos eletrônicos para comunicação de dados. Alguns projetos incluem todos os tipos de atividades descritas no diagrama da figura 11, já outros contemplam apenas algumas delas, como é o caso de projetos de redução de custos de produtos existentes ou de alterações e melhorias no software embarcado dos equipamentos. Alguns projetos são de desenvolvimento de software para gerência de redes, sendo estes constituídos de software de mais alto nível fazendo uso de linguagens de programação orientadas à objetos.

Dentre os produtos desenvolvidos na empresa analisada podemos citar os rádios digitais, modems para par de cobre SHDSL, modems ópticos, conversores de interface, multiplexadores TDM , plataformas de gerência de redes e roteadores IP.

Ao longo da execução dos projetos várias áreas funcionais da empresa são envolvidas nas atividades, tais como: marketing, projeto e desenvolvimento, aquisições, área fabril, suporte, etc. Projetos que envolvem o desenvolvimento de hardware utilizam com frequência, além da área de projetos, a área de aquisições e fabril. Já os projetos que são exclusivamente de desenvolvimento de software se caracterizam por envolver a área de vendas, suporte e inclusive clientes.

A maior parte das atividades de projeto envolvem a trabalho de profissionais especialistas, em geral engenheiros e técnicos. Por se tratar de um trabalho de cunho intelectual é difícil muitas vezes mensurar o progresso do mesmo. A aplicação de critérios equivocados para avaliação do progresso nestas atividades é citada por Oliveira (2003) como um problema comum. O autor menciona a “síndrome dos 90%”, sugerindo que muitas vezes o progresso deste tipo de atividade pode ser super estimado nos períodos iniciais, atingindo rapidamente o status de 90% completo, mas convergindo lentamente a partir deste ponto até os 100%. O autor atribui tal fenômeno a natureza otimista do ser humano.

#### **4.4. Aplicação da Técnica e Análise de Resultados**

Como mencionado na seção anterior, a análise de valor agregado dá origem à dois dos indicadores de desempenho do PDP de empresa em questão. A AVA é a técnica utilizada também para acompanhamento do progresso dos projetos.

O banco de dados com VP, CR e VA, com periodicidade mensal, de dezenas de projetos foi disponibilizado para esta análise. Infelizmente os dados referidos começaram a

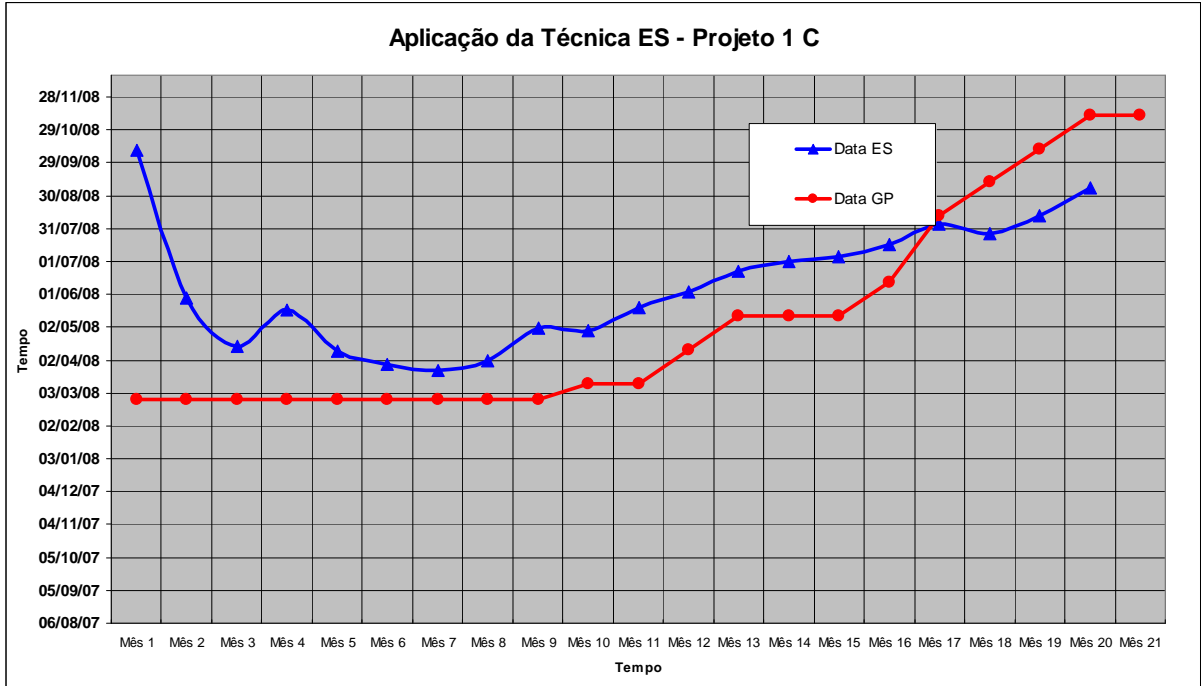
ser coletados apenas alguns meses antes da realização deste estudo, o que fez com que muitos projetos acabassem sendo desconsiderados na análise que por fim se dará apenas sobre dez projetos. Considerando que a duração média dos projetos estudados é da mesma ordem de grandeza do tempo em que os dados vêm sendo recordados, nem todos os projetos estudados contaram as informações necessárias ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Em conjunto com as informações da AVA disponibilizadas, foram incluídas as datas de previsão de término dos projetos geradas a cada mês pelos respectivos gerentes de projeto. Com os dados da AVA foram calculados os indicadores de desempenho de prazo pela técnica *Earned Schedule* e posteriormente uma estimativa de término baseada neste indicador de desempenho acumulado foi gerada. Esta estimativa foi realizada de acordo com a equação 12 apresentada na seção 3.4. Desta forma foi comparada a evolução da previsão de término do gerente de projeto com a estimativa gerada pela técnica *Earned Schedule* em curvas de tempo versus tempo onde no eixo das abscissas estão representados os meses durante a execução dos projetos. Vale observar que o final do projeto, para os que apresentam dados completos, as suas datas de término são iguais à última previsão do gerente de projetos.

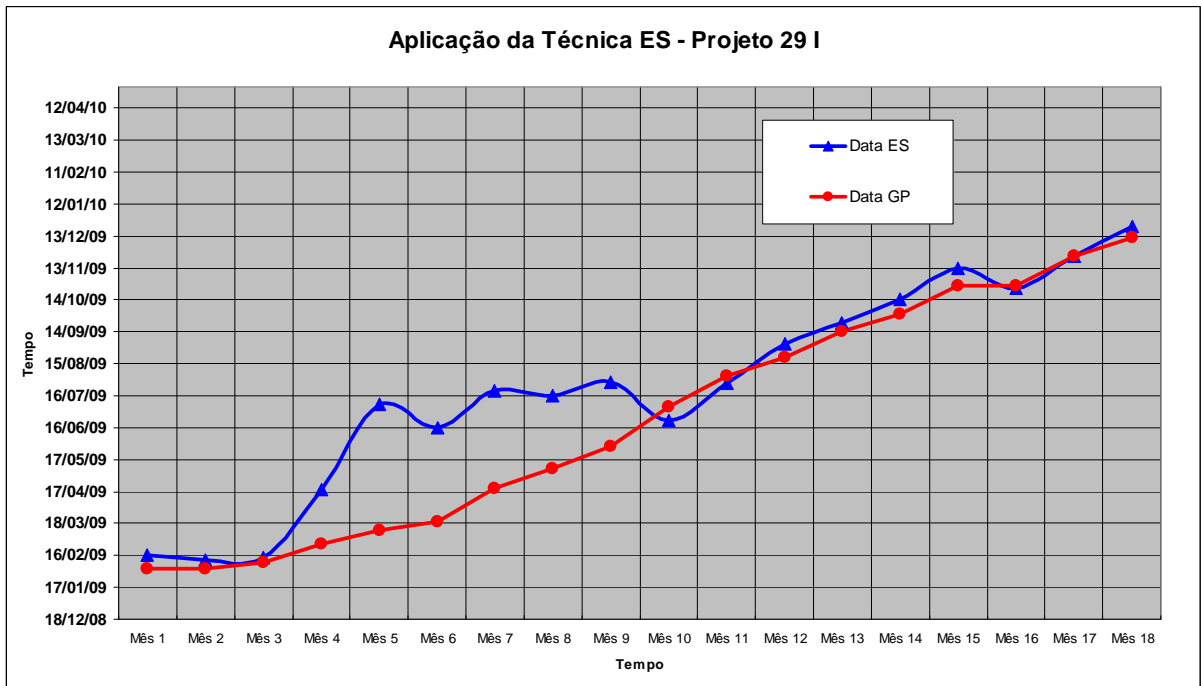
Como mencionado na seção 4.2 os projetos foram classificados nas seguintes categorias: inovador, derivado, substituto de plataforma e de software. Pelo fato de que alguns projetos não haviam sido completados no momento da realização deste estudo, a análise destes projetos ficou restrita aos períodos iniciais.

As curvas foram agrupadas de acordo com estas categorias e serão apresentadas na sequência. O primeiro grupo de projetos que será analisado é o dos inovadores. Nesta

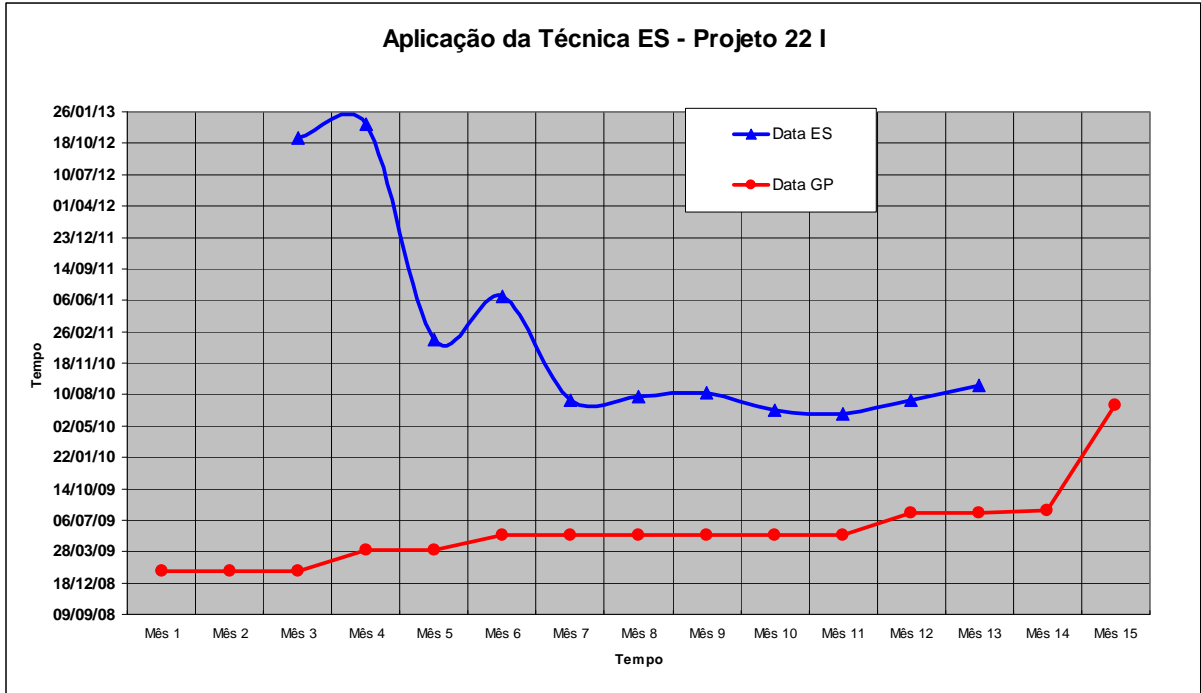
categoria foram classificados quatro projetos que serão referenciados pelos números originais com que foram catalogados: 1, 29, 22 e 41.



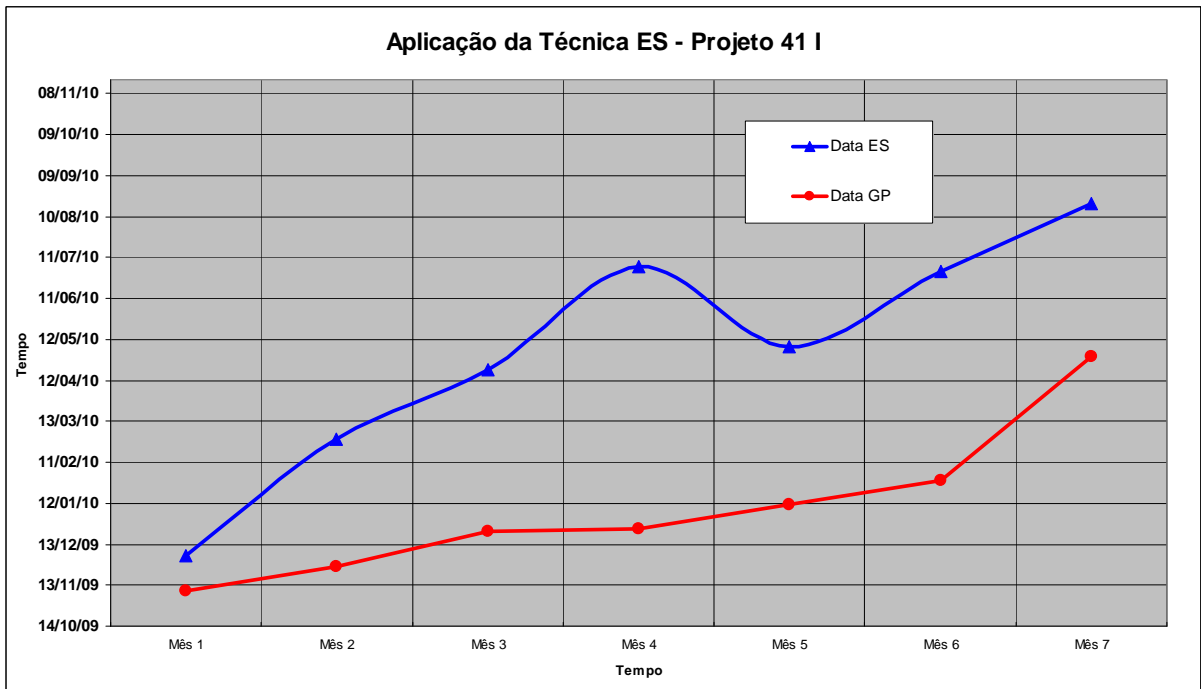
**Figura 12** Aplicação da técnica ES ao projeto 1.



**Figura 13** Aplicação da técnica ES ao projeto 29.



**Figura 14** Aplicação da técnica ES ao projeto 22.



**Figura 15:** Aplicação da técnica ES ao projeto 41.

Destas quatro curvas apresentadas, é importante ressaltar que a primeira (1) é de um projeto já encerrado, a segunda (29) é de um projeto que estava muito próximo do fim no momento

deste estudo e as duas seguintes (22 e 41) são de projetos que estavam aproximadamente na metade do seu desenvolvimento.

As curvas demonstram a ocorrência de comportamentos variados, sendo que a única característica que se pode observar em todas elas é o avanço no tempo da data de previsão de término dos gerentes de projetos (GP) ao longo da execução dos projetos. As estimativas geradas para os projetos 1 e 22 apresentaram um comportamento bastante instável nos primeiros meses de projeto, apontando uma estimativa de grande atraso inicialmente e posteriormente, passados alguns meses, regressando para datas mais próximas das estimadas pelos gerentes de projeto. Este fenômeno se deve a ocorrência de atraso no início da execução das atividades planejadas, possivelmente pela indisponibilidade de alocação de recursos.

As curvas do projeto 22 são um bom exemplo da eficácia da aplicação da técnica em estudo. Nos meses iniciais a velocidade de execução do projeto era abaixo da planejada para o momento e a estimativa de conclusão apontava um grande atraso. Nos meses seguintes, o projeto passou a ser executado com maior velocidade, até atingir um estado de estabilidade a partir do sétimo mês. Entretanto, o atraso acumulado não foi recuperado e a estimativa de término seguiu variando levemente entorno de uma data quase que 12 meses além da estimativa do gerente de projetos na época. Após seis meses, no mês quatorze, observa-se que a estimativa do gerente de projeto têm uma variação abrupta na direção do valor indicado pela estimativa ES. Neste caso, a estimativa poderia ter sido levada em conta anteriormente, pois os dados mostravam que as tentativas de recuperar o tempo perdido não estavam sendo eficazes e o atraso seria inevitável. Mudanças abruptas nas expectativas de conclusão dos projetos não parecem ser uma boa prática de gestão, pois indicam a ocorrência de uma certa descontinuidade no fluxo das informações gerenciais. A transparência na distribuição das



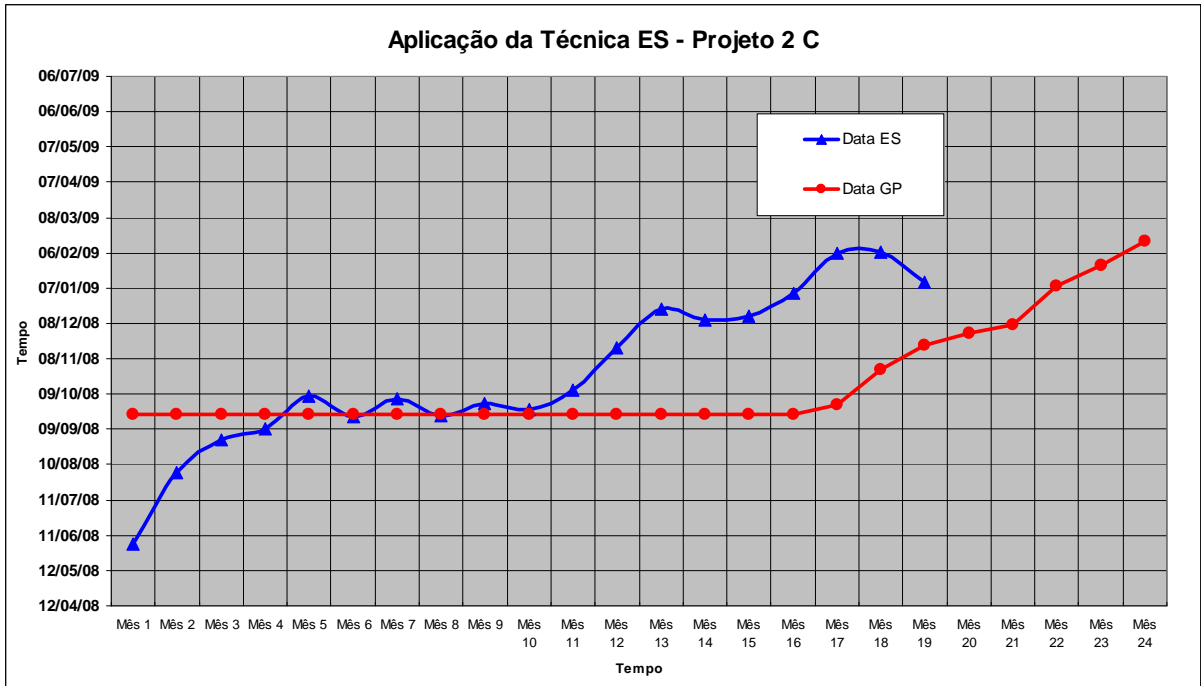
informações é mencionada como boa prática em diversas referências sobre o tema. Após o mês quinze o projeto 22 foi replanejado, recebendo uma nova linha de base.

Os primeiros meses das curvas do projeto 1, projeto completo, apresentam algumas características similares as do projeto 22. Os primeiros três meses apontavam atraso que nos meses seguintes foi reduzido. Após um período de estabilidade o projeto passou a atrasar novamente. Entretanto neste caso percebe-se que o comportamento do gerente de projetos acompanha a curva da estimativa ES, embora com algum atraso no tempo. Nos meses finais é observado um fenômeno interessante, após meses correndo abaixo da estimativa, a previsão do gerente de projetos ultrapassa a mesma e o final do projeto ocorre algum tempo além do previsto na estimativa ES. Este fenômeno será melhor descrito no final desta seção após a análise de todas as curvas.

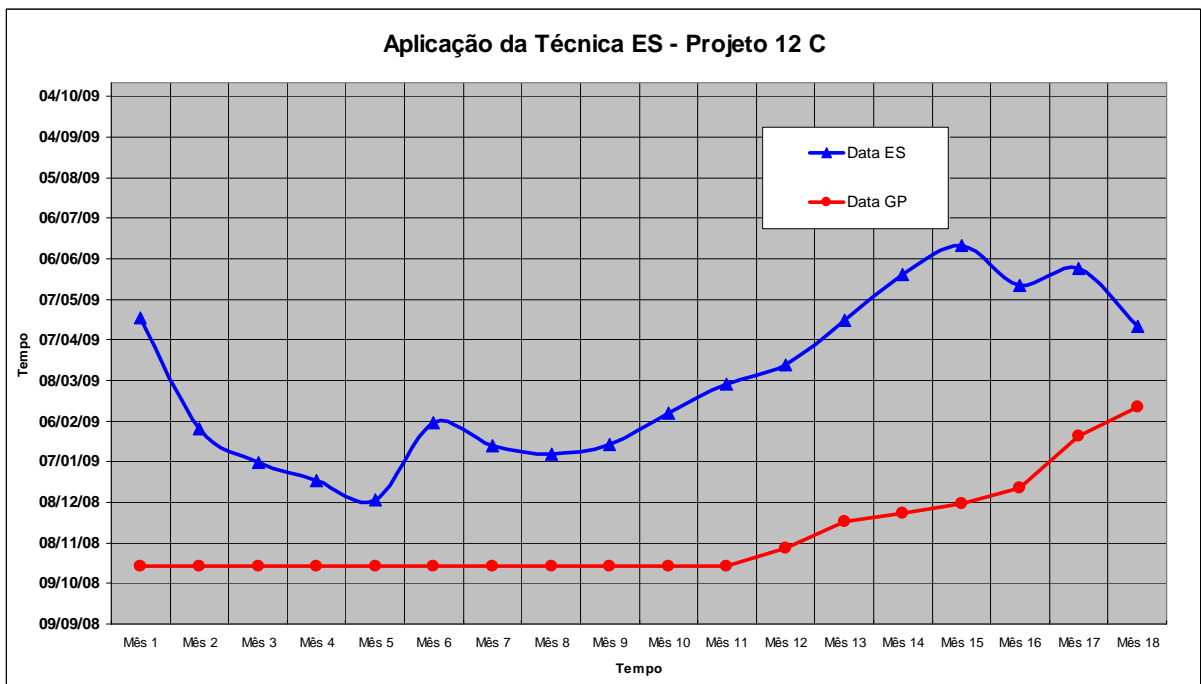
A curva do projeto 29, por sua vez apresenta um comportamento mais estável nos meses iniciais. A partir do quarto mês um atraso substancial é previsto e permanece desta forma por mais cinco meses. O gerente de projeto vai ao longo do tempo convergindo lentamente para o que a estimativa apontava e a partir do décimo mês passa a acompanhá-la.

Já o projeto 41, que estava aproximadamente na metade da sua execução, parece seguir um comportamento similar ao do projeto 29. Após seis meses de evolução já se observa uma discrepância entre a data prevista pelo GP e a estimativa ES.

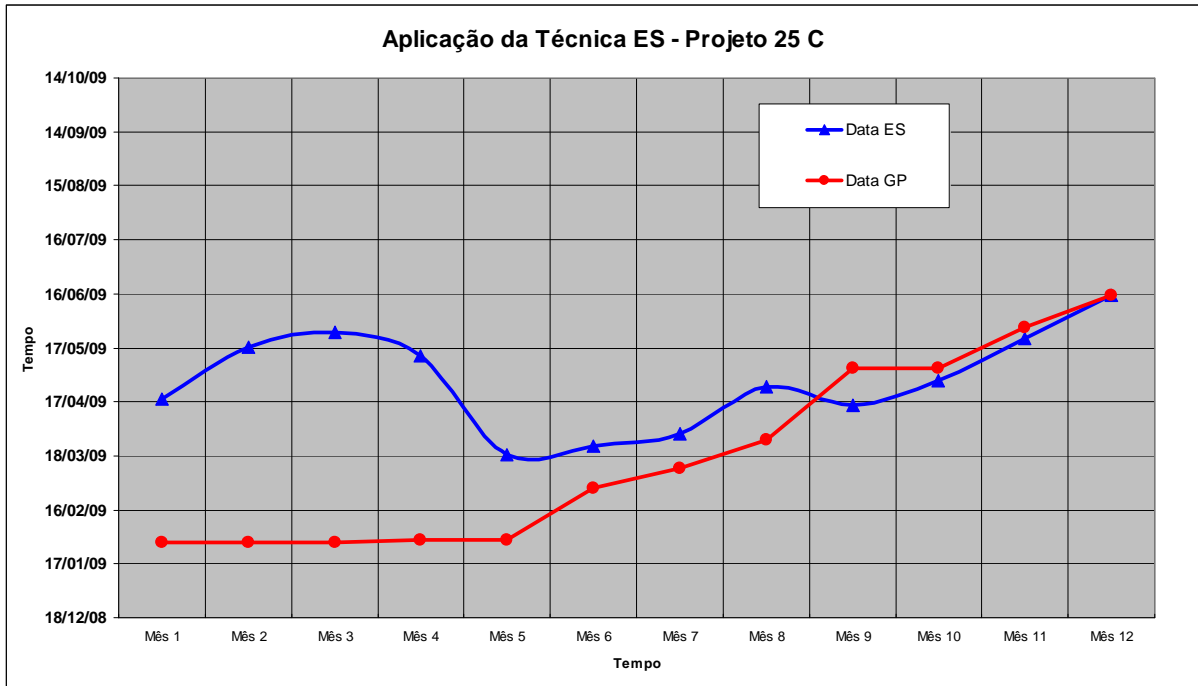
Agora iremos analisar as curvas dos projetos substitutos de plataforma (2, 12 e 25). Os três projetos analisados já haviam sido concluídos.



**Figura 16: Aplicação da técnica ES ao projeto 2**



**Figura 17: Aplicação da técnica ES ao projeto 12.**



**Figura 18: Aplicação da técnica ES ao projeto 25**

As três curvas analisadas apresentam características distintas. Percebe-se que para o projeto 2 a estimativa ES não pode ser realizada até o seu final. Isso se deve a ausência de dados para os meses finais da realização do projeto. Porém, é possível perceber que a última estimativa gerada, no mês 19, é bastante satisfatória se comparada com o final realizado no mês 24.

No projeto 12, percebe-se que o término do projeto ocorre em um mês no qual a estimativa é de que o projeto ainda dure pelo menos 60 dias. Isto pode ter ocorrido por duas razões: ou o projeto foi encerrado com redução de escopo, ou seja, algumas das entregas foram cortadas e o projeto foi aceito como estava; ou os dados da AVA não foram preenchidos corretamente nos últimos meses. Quando os projetos estão perto do seu final, é comum que não se dê mais tanta importância para o acompanhamento do valor agregado, já que o número de atividades é bem menor e não existe grande dificuldade em determinar o andamento real do processo.

No projeto 25 se observa um comportamento semelhante ao observado nos projetos 1 e 29, a estimativa apresenta inicialmente uma tendência de crescimento, mas nos meses finais do projeto acaba sendo ultrapassada pela previsão do gerente de projetos.

Passamos agora às curvas dos projetos derivados (8 e 38). Dos dois projetos analisados um já havia sido concluído (8) e o outro estava muito próximo da sua conclusão (38).

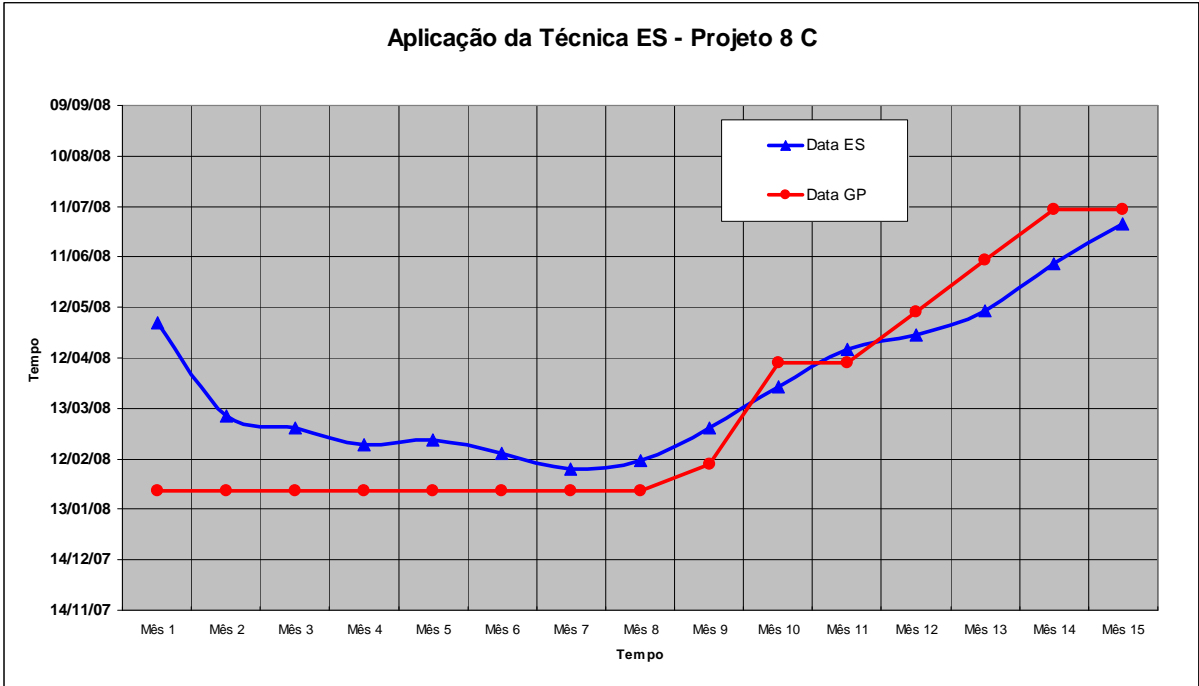


Figura 19: Aplicação da técnica ES ao projeto 8.

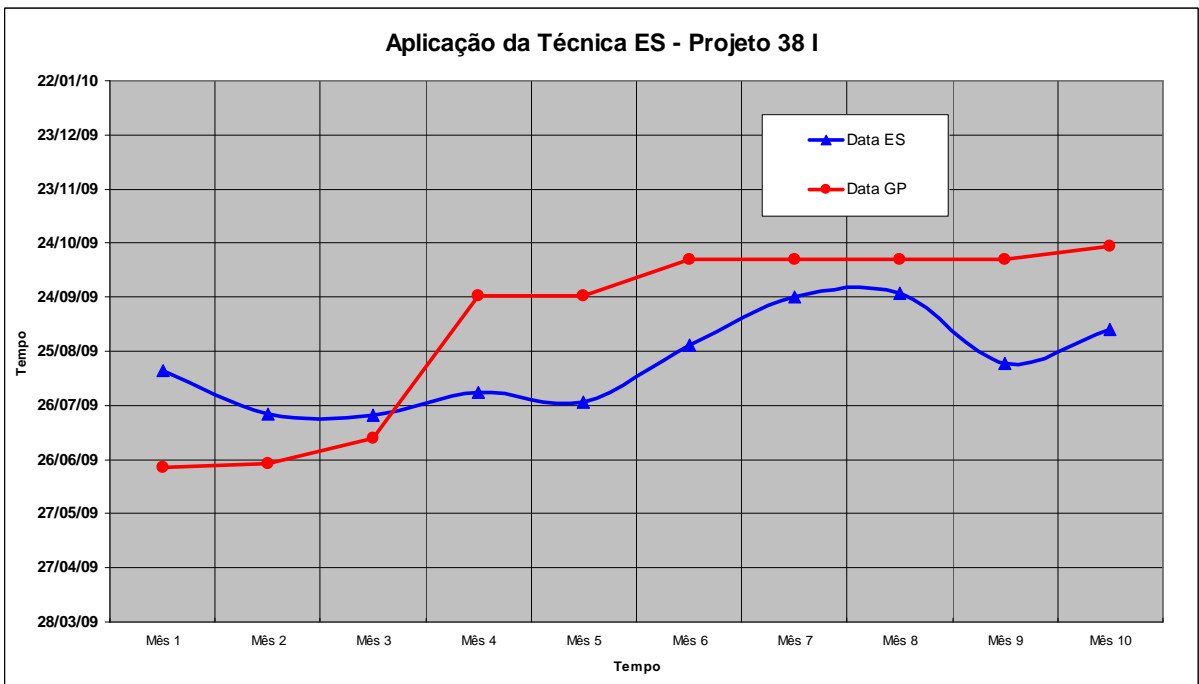
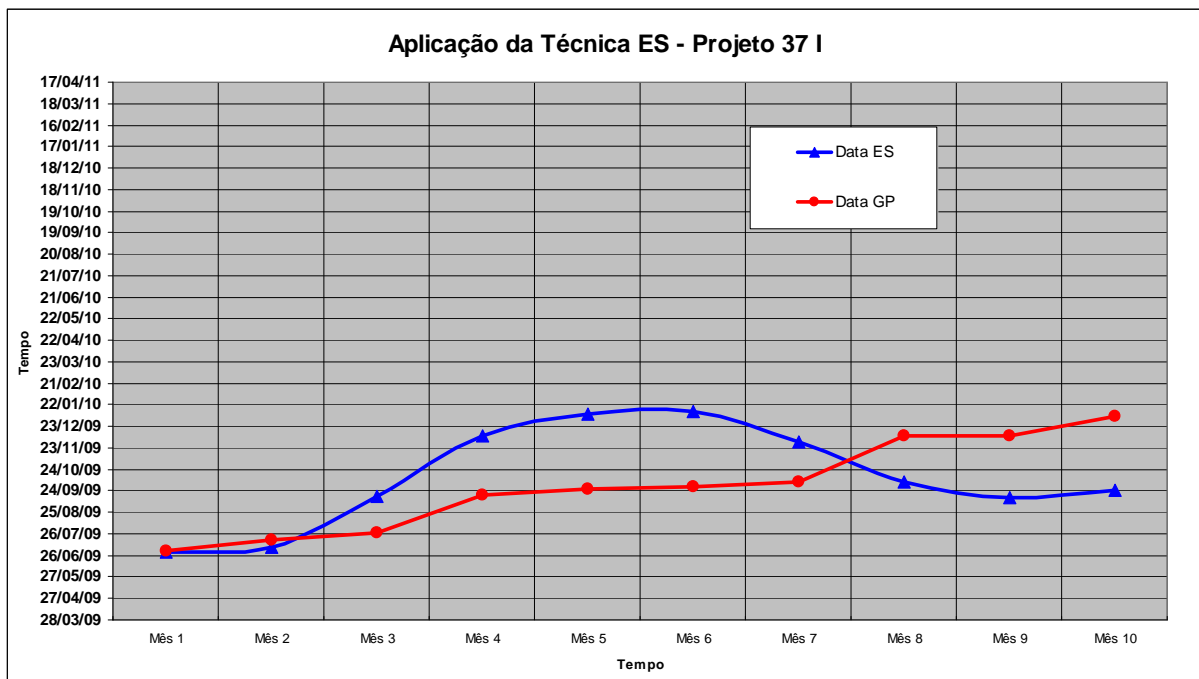


Figura 20: Aplicação da técnica ES ao projeto 38

As curvas do projeto 8 apresentam um comportamento similar as dos projetos 1, 29 e 25. Já as curvas do projeto 38 têm características bem incomuns, no caso deste projeto, a estimativa de término apresenta um valor inferior à previsão do GP. Neste caso específico, observa-se que o

projeto passou por uma mudança no seu planejamento que acabou não sendo refletida na linha de base, prejudicando a análise.

Por fim, analisaremos a última curva, de um projeto de software. Este projeto ainda não havia sido completado, mas estava próximo do seu final no momento da aquisição dos dados.



**Figura 21: Aplicação da técnica ES ao projeto 21**

Neste projeto se observa um comportamento muito similar ao dos projetos 1, 8, 25 e 29. A estimativa apresenta uma certa estabilidade entre os meses 4 e 7. Logo após tem seu valor reduzido com a aproximação do fim do projeto, quando é ultrapassada pela previsão do GP. A data de conclusão, que pode ser considerada a última estimativa do GP está muito próxima do que era apontado pela estimativa nos meses anteriores.

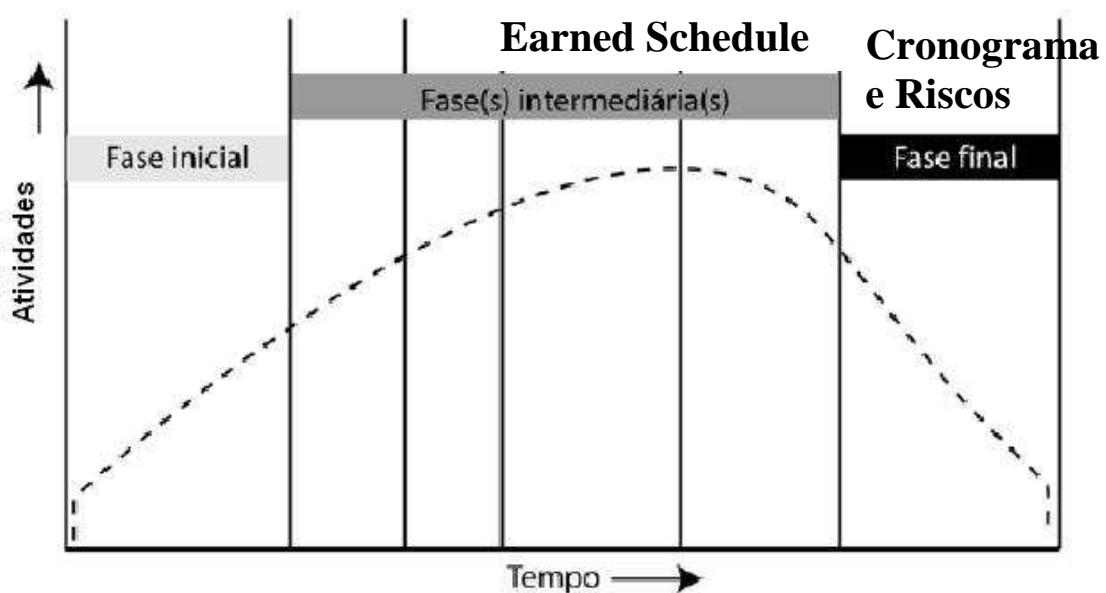
#### 4.5. Comentários

Após todas estas análises, se pode perceber que não existe aparentemente um comportamento padrão para a evolução dos projetos dentro dos grupos estabelecidos (inovadores, derivados,

substitutos de plataformas). Entretanto, o número de amostras observadas foi muito pequeno e não permite muitas conclusões a respeito.

Pode-se observar, entretanto, a eficácia da aplicação da técnica ES durante as fases intermediárias dos projetos, visto que na maioria dos casos (1, 2, 22, 25, 29 e 41) as estimativas anteciparam em alguns meses as previsões dos gerentes de projeto.

Foi possível constatar também no projeto 1, 8, 25, e 29 a forma com que a previsão gerada pela técnica acompanhava a estimativa dos gerentes de projeto na sua variação típica nos períodos finais. Os projetos tendem mesmo a serem completados de forma assintótica, como evidenciado pelas curvas S. Nestas etapas finais, não parece haver grande vantagem para utilização da técnica pois o número de atividades já é bem menor e o final pode ser previsto pelo GP através do cronograma e da análise de riscos das atividades restantes. A figura 22 ilustra esta idéia.



**Figura 22 Fase de projeto ideal para aplicar a técnica ES**

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi abordado o gerenciamento de projetos, prática gerencial que a alguns anos está em franca ascensão dentro das organizações por todo o mundo. A análise se deu a partir das instituições que promovem esta disciplina e dos padrões, normas e metodologias criados pelas mesmas. Um aprofundamento maior se desenvolveu sobre a análise de valor agregado, técnica de controle de custos, escopo e prazos, que é, atualmente, fortemente relacionada ao gerenciamento de projetos. Por fim foi realizado um estudo de caso em projetos reais de produtos eletrônicos em uma indústria brasileira. Este estudo teve como objetivo verificar a eficácia da utilização da técnica *Earned Schedule*, que se trata de uma extensão da AVA, como ferramenta de estimativa de término de projetos em paralelo as previsões realizadas pelos gerentes.

O gerenciamento de projetos vem se desenvolvendo ao longo dos anos muito por consequência da sua penetração em ramos variados de atividades. A sua concepção, como ramo do conhecimento, foi consequência da sofisticação exigida para a gestão de grandes empreendimentos militares. Neste contexto foram criadas as principais ferramentas e técnicas conhecidas atualmente. Com o passar dos anos, a gestão por projetos foi se disseminando e métodos inovadores foram sendo desenvolvidos. A gestão de projetos de software, por exemplo, propiciou o desenvolvimento das chamadas metodologias ágeis, que se adéquam ao ambiente de mudanças frequentes e definição subjetiva dos parâmetros de qualidade observados neste tipo de atividade.

A análise de valor agregado se apresenta como umas das principais ferramentas da gestão de projetos, sua utilização é pautada por padrões da indústria como o EIA748. Entretanto,



existem diversas limitações e problemas associados à mesma. O comportamento do indicador de desempenho de prazo, que invariavelmente converge para a unidade no final dos projetos, mesmo na ocorrência de atrasos é um exemplo. Como proposta de solução deste problema foi desenvolvida por Lipke em 2003 a técnica chamada *Earned Schedule* que relaciona as curvas de valor agregado com a linha de tempo do projeto. Este procedimento dá origem à um indicador de prazos que apresenta comportamento único ao longo de toda a execução do projeto, mesmo com atrasos. Este indicador não converge para a unidade como o indicador original da AVA, portanto é mais adequado para a geração de estimativas de término.

Os processos de desenvolvimento de produtos vêm sendo administrados ao longo dos anos a partir dos preceitos do gerenciamento de projetos. Uma apresentação sucinta de alguns dos principais aspectos relacionados a este tipo de atividade, como suas fases, critérios de avaliação e natureza das atividades foi realizado para permitir uma melhor compreensão dos projetos analisados.

A técnica *Earned Schedule* foi finalmente aplicada sobre dados reais de dez projetos. A análise das curvas de cada projeto individualmente, em grupos e por fim todos juntos permitiu a observação de alguns aspectos interessantes. Para vários projetos a estimativa ES antecipou atrasos que foram posteriormente admitidos pelos gerentes de projeto nas suas previsões. Desta forma, ficou clara a eficácia da técnica como ferramenta predição. O acompanhamento das previsões ES pode guiar a tomada de decisão gerencial, estimulando e medindo a eficácias de ações preventivas e corretivas na gestão de projetos.

Não foi possível perceber características próprias dos grupos de projetos propostos, inovadores, substitutos de plataformas, derivados e de software. Este fato se deve principalmente ao número pequeno de projetos disponíveis para análise.

Podemos propor o desenvolvimento de outros estudos como:

- Aplicação da técnica ES para um grupo mais amplo de projetos;
- Estudo da eficácia da técnica ES em relação ao orçamento planejado ou realizado dos projetos;
- Estudo da estabilidade do indicador de desempenho de prazo ES;
- Aplicação da técnica para projetos de mais uma natureza que não apenas desenvolvimento de produtos;
- Aplicação da técnica ES e da própria AVA com variação do período de amostragem dos indicadores em função do tempo estimado do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ECHEVESTRE, Márcia Elisa Soares. **Uma Abordagem para Estruturação e Controle do Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos**. 2003. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- EIA - ELECTRONIC INDUSTRIES ALLIANCE. **Earned Value Management Systems**. Arlington: Electronic Industries Alliance, 1998.
- FAYOL, Henri. **Administração Industrial e Geral**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION. **IPMA Competence Baseline, Version 3.0**. Disponível em: <[http://www.ipma.ch/Documents/ICB\\_V.\\_3.0.pdf](http://www.ipma.ch/Documents/ICB_V._3.0.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2009.
- KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: as Melhores Práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- KOTLER, Philip. **Administração de Marketing: A Edição do Novo Milênio**. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- LIPKE, Walt et al. Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. **International Journal Of Project Management**, Oklahoma, p. 400-407. maio 2009.
- MÜLLER, Cláudio José. **Modelo de Gestão Integrando Planejamento Estratégico, Sistemas de Avaliação de Desempenho e Gerenciamento de Processos: MEIO - Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações**. 2003. 292 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- OLIVEIRA, Rodrigo César Franceschini de. **Gerenciamento de Projetos e a Aplicação da Análise de Valor Agregado em Grandes Projetos**. 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- PMI® - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (Usa). **Um Guia do Conjunto de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 3. ed. Newtown Square, Pa: Project Management Institute, 2004.
- SBRAGIA, Roberto et al. Gerenciamento de Projetos: Avanços e tendências na pesquisa acadêmica. **Mundo Project Management**, Rio de Janeiro, n. 27, p.52-58, jun. 2009.