ANDRÉ VIDAL CAMPOS

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PROJETOS COMPLEXOS: UMA
ABORDAGEM MULTIDIMENSIONAL**

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

São Paulo

2009

ANDRÉ VIDAL CAMPOS

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PROJETOS COMPLEXOS: UMA
ABORDAGEM MULTIDIMENSIONAL**

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

Área de Concentração:

Engenharia Naval e Oceânica

Orientador:

Profa Dra. Marly Monteiro de Carvalho

São Paulo

2009

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

São Paulo, 27 de Maio de 2009

André Vidal Campos

Marly Monteiro de Carvalho

FICHA CATALOGRÁFICA

Campos, Andre Vidal

Avaliação de desempenho de projetos complexos: uma abordagem multidimensional / A. V. Campos. – Ed. Rev. – São Paulo ,2009.

155 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

1. Administração de Projetos 2. Engenharia de requisitos 3. Qualidade do projeto 4. Custo econômico I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica II.t.

DEDICATÓRIA

Esta pesquisa consumiu muitas horas de trabalho e dedicação. Quem se atreve a entrar num desafio como este sabe o que lhe espera. No entanto, o envolvimento de outras pessoas, direta ou indiretamente, exige destas muita compreensão, sabedoria e paciência. Por isso dedico este trabalho à minha esposa Francisca pelo apoio e pela compreensão pelos momentos de lazer e férias que não foram desfrutados pela necessidade de foco que tivemos para a conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Marly Monteiro de Carvalho, por ter me ensinado o caminho a trilhar, por ter acreditado na minha capacidade e por ter apoiado a minha proposta de pesquisa.

À minha esposa que entendeu que este desafio não era só meu e sim nosso, que acreditou que este é o caminho do nosso crescimento juntos e por causa disso investiu muito para chegarmos aqui.

Aos meus pais, meus irmãos e minha avó pelo imenso apoio que sempre me deram.

Aos amigos Adriano, Alexandre, Antonio, Jose e Marcos que contribuíram com o levantamento de dados da pesquisa (sobrenomes suprimidos para preservar as identidades e as empresas em que trabalham). Sem os amigos a dificuldade de realizar este trabalho seria muito maior.

Ao grande amigo C. H. Berto, que além de um grande amigo é também a pessoa que tornou possível a realização desta etapa tão importante da minha vida.

RESUMO

Esta dissertação apresenta um estudo de avaliação de desempenho de projetos a partir de uma estrutura multidimensional que engloba custo, prazo e qualidade do produto final do projeto. As fundações para o desenvolvimento desta abordagem multidimensional estão em um modelo que integra o conceito de Gerenciamento do Valor Agregado (EVM – *Earned Value Management*) à Engenharia de Sistemas e ao Desdobramento da Função Qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*). A tradução de requisitos do cliente para requisitos técnicos é alicerçada no Desdobramento da Função Qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*), a alocação de requisitos técnicos em uma Estrutura Analítica de Projeto (WBS – *Work Breakdown Structure*) é baseada em Engenharia de Sistemas e finalmente a integração desta base com as técnicas de planejamento e controle de projetos do Gerenciamento do Valor Agregado (EVM – *Earned Value Management*) formam o Modelo Multidimensional de Desempenho de Projetos (MPPM - *Multidimensional Project Performance Model*). Esta integração de disciplinas de qualidade, engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos, que formam o MPPM, visa avaliar custo, prazo e qualidade do produto final de um projeto de forma integrada e simultânea.

A parte empírica é realizada em duas etapas, sendo a primeira a simulação de uso do modelo a um projeto real já concluído e a segunda etapa estudo multicaso. A simulação da aplicação do modelo em um projeto real busca avaliar as dificuldades de aplicação, bem como avaliar as lacunas de desempenho do projeto a partir de uma visão multidimensional.

Por fim, apresenta-se um estudo multicaso, realizado em seis empresas de grande porte de setores industriais distintos, que atuam no Brasil e desenvolvem projetos complexos. O objetivo desse estudo é fazer um levantamento das práticas de avaliação de desempenho em projetos, bem como avaliar se as empresas estudadas estariam prontas para a utilização do modelo multidimensional desenvolvido neste trabalho.

O trabalho conclui que é possível a aplicação de um modelo multidimensional integrado como o MPPM para projetos com produtos complexos. Sua aplicação exige uma disciplina com a captura e desdobramento dos requisitos do cliente que

não é usual nas práticas de gerenciamento de projetos das empresas pesquisadas. Por isso, a aplicação do modelo depende de uma considerável evolução da forma como as empresas gerenciam projetos e lidam com os requisitos de clientes para o produto do projeto.

Palavras-chave: QFD, EVM, EQM, Desempenho de Projetos, Controle de Projetos, Engenharia de Requisitos, Qualidade em Projetos.

ABSTRACT

This dissertation presents a study of project performance evaluation through the development of a multidimensional model that integrates the dimensions of cost, schedule and quality of the project end product. The foundation for the development of this multidimensional approach is a model that integrates the Earned Value Management (EVM) concept with Systems Engineering and the Quality Function Deployment (QFD). The customer requirements translation to technical requirements from the Quality Function Deployment (QFD), the allocation of technical requirements to a Systems Engineering based work breakdown structure (WBS) and finally the integration of this basis with the EVM techniques of planning and controlling projects along its lifecycle build the Multidimensional Project Performance Model (MPPM). This integration of quality, systems engineering and project management disciplines, that results in the MPPM, is capable of an integrated and simultaneous evaluation of cost, schedule and quality of the project end product.

The empiric study is divided in two parts, the first one simulates the application of the MPPM to a real known project, the second is a multicase study. The MPPM simulation with a real project shows the difficulties and barriers to the application of such model, as well as the gaps of a project performance evaluation based on a multidimensional vision.

Finally a multi-case study of practices of project performance evaluation with six large companies of different industries segments dealing with complex projects in Brazil is developed. This multi-case study objective is to raise companies practices on project performance evaluation and also to evaluate if the studied companies are ready for the implementation of a multidimensional project performance model as the MPPM.

The dissertation conclusion is that it is possible to apply a multidimensional project performance model such as the MPPM for projects with complex products. The model application requires discipline on the customer requirements elicitation and deployment. This discipline is not commonly found on studied companies practices of project management. The MPPM application depends on a considerable evolution of the companies' project management methods, as well as the way these companies deal with customer requirements of the project end product.

Keywords: QFD, EVM, EQM, Project Performance, Project Control, Requirements Engineering, Project Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação dos Objetivos do Gerenciamento de Projetos (CLEALAND; IRELAND, 2002)	20
Figura 2 – Processos de Monitoramento e Controle de Projetos (PMI, 2004).....	21
Figura 3 – Etapas da Pesquisa	27
Figura 4 – Implementação do Escopo do Projeto.....	38
Figura 5 – Custo de cada parte do escopo	39
Figura 6 – Relação entre as três dimensões do Projeto.....	39
Figura 7 – Fluxo do Planejamento do Projeto (PMI, 2001, p.33).....	40
Figura 8 – Exemplo de WBS	42
Figura 9 – Gráfico de Valor Planejado do projeto exemplo	42
Figura 10 – Desempenho do projeto exemplo: valor planejado, valor agregado e custo real atual.....	44
Figura 11 – Variação de Custo (CV) e Variação de Prazo (SV)	45
Figura 12 – Índices de Desempenho de Custo (CPI) e Prazo (SPI).....	48
Figura 13 – Casa da Qualidade (<i>House of Quality</i>).....	60
Figura 14 – Relação de precedência requisito-escopo-custo-prazo.....	65
Figura 15 – WBS segundo Engenharia de Sistemas (Azul = Sistema; Rosa = Apoio)	67
Figura 16 – Construção do MPPM	69
Figura 17 – Seqüência de planejamento tradicional e planejamento de acordo com o MPPM	71
Figura 18 – Alocação de Requisitos aos Subsistemas.....	74
Figura 19 – Relacionamento de WP com Requisitos	74
Figura 20 – Peso de Requisitos por Subsistema.....	75
Figura 21 – Alocação de Custos nos WPs	76

Figura 22 – Rateio dos custos de “Outras Atividades” não relacionadas aos sistemas	76
Figura 23 – Esforço necessário para atender cada requisito	77
Figura 24 – Nível de Atendimento de Requisitos por WP	80
Figura 25 – Desempenho do Projeto A – EV e EQ e relação com QV	80
Figura 26 – Desempenho do Projeto B – Valor Planejado (PV)	87
Figura 27 – Ciclo de Vida planejado dos requisitos.....	88
Figura 28 – Desempenho do Projeto B – Valor Agregado (EV)	88
Figura 29 – Evolução do atendimento dos requisitos durante ciclo de vida do projeto	89
Figura 30 – Desempenho do Projeto B – Valor Agregado (EV) e Qualidade Agregada (EQ)	90
Figura 31 – Variação da Qualidade (QV) do Projeto B.....	91
Figura 32 – Fluxograma “passo a passo” para a aplicação do MPPM	94
Figura 33 – WP Original e WBS por Sistemas do Projeto Piloto	95
Figura 34 – QFD - Casa da Qualidade do Projeto Piloto.....	97
Figura 35 – Casa da Qualidade Modificada	99
Figura 36 – Relação de WP com Requisito Técnico	99
Figura 37 – Relação de WPs com Requisito	100
Figura 38 – Matriz de Relacionamento WP x Requisito do Cliente em forma Percentual.....	101
Figura 39 – Alocação de Custos do Projeto por Requisito do Cliente	101
Figura 40 – Nível de Atendimento dos Requisitos.....	102
Figura 41 – Evolução do Status dos Requisitos	103
Figura 42 – Diagrama de Evolução do Status dos Requisitos	103
Figura 43 – Earned Value e Earned Quality do Projeto.....	104

Figura 44 – Variação de Custo (CV), Variação de Prazo (SV) e Variação de Qualidade (QV) do Projeto	105
Figura 45 – Índices de Desempenho de Custo (CPI), Prazo (SPI) e Qualidade (QPI)	105
Figura 46 – Avaliação de Maturidade em Gerenciamento de Projetos das Empresas Pesquisadas.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de <i>Compliance Matrix</i>	66
Tabela 2 – Status dos requisitos e nível de atendimento	79
Tabela 3 – <i>Compliance Matrix</i> com exploração de risco de não atendimento de requisito.....	84
Tabela 4 – Quadro comparativo de Princípios do EVM e do MPPM. Fonte: adaptado de Solomon e Young (2007)	85
Tabela 5 – Resultados da avaliação de Base Geral dos Projetos.....	118
Tabela 6 – Resultados da avaliação do Monitoramento Geral de Projetos.....	119
Tabela 7 – Resultados da avaliação de Monitoramento Geral de Projetos.....	120
Tabela 8 – Resultados da avaliação de Atendimento de Requisitos do Cliente.....	121
Tabela 9 – Resultados da avaliação de Atendimento de Requisitos do Cliente.....	122
Tabela 10 – Resultados da avaliação de Atendimento de Prazo	123
Tabela 11 – Resultados da avaliação de Atendimento de Prazo	124
Tabela 12 – Resultados da avaliação de Atendimento de Custo	125
Tabela 13 – Quadro de Ferramentas Utilizadas em cada Empresa.....	126
Tabela 14 – Quadro de Práticas das Empresas em Relação às Dimensões Custo, Prazo e Qualidade (Requisitos)	129
Tabela 15 – Cruzamento de Dados de Condições Necessárias para a Aplicação do Modelo de Referência e Situação Levantada nas Empresas Pesquisadas	131
Tabela 16 – Cruzamento de Dados de Maturidade e Condições para a Utilização do Modelo de Referência	132

LISTA DE ABRAVIATURAS

AC – Custo Real Atual ou *Actual Cost*

BAC - Custo Orçado do Projeto ou *Budget at Competition*

C/SCSC – *Cost/Schedule Control System Criteria*

CPI – Índice de Desempenho de Custo ou *Cost Performance Index*

CQPI - Índice de Desempenho Custo/Qualidade ou *Cost/Quality Performance Index*

CQV – Variação Custo/Qualidade ou *Cost/Quality Variance*

CR – Razão Crítica ou *Critical Ratio*

CV – Variação de Custo ou *Cost Variance*

CVP – Variação Porcentual de Custo ou *Cost Variance Percentage*

DoD – Departamento de Defesa dos EUA – *Department of Defense*

EAC – Estimativa de Custo ao Fim do Projeto ou *Estimated Cost at Completion*

EQM – Método da Qualidade Agregada ou *Earned Quality Method*

EV – Valor Agregado ou *Earned Value*

EVM – Gerenciamento do Valor Agregado ou *Earned Value Management*

HOQ – Casa da Qualidade ou *House of Quality*

MPPM – Modelo Multidimensional de Desempenho de Projetos ou *Multidimensional Project Performance Model*

PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*

PMI – Project Management Institute

PMMM – Project Management Maturity Model

PV – Valor Planejado ou *Planned Value*

QFD – Desdobramento da Função Qualidade ou *Quality Function Deployment*

QPI – Índice de Desempenho de Qualidade ou *Quality Performance Index*

QV – Variação de Qualidade ou *Quality Variance*

RC – Requisito do Cliente

RT – Requisito Técnico

SPI – Índice de Desempenho de Prazo ou *Schedule Performance Index*

SQPI – Índice de Desempenho Prazo/Qualidade ou *Schedule/Quality Performance Index*

SQV – Variação de Prazo/Qualidade ou *Schedule Quality Variance*

SV – Variação de Prazo ou *Schedule Variance*

SVP – Variação Porcentual de Prazo ou *Schedule Variance Percentage*

TEAC – Estimativa de Prazo ao Fim do Projeto ou *Time Estimated at Completion*

TQM – Qualidade Total ou *Total Quality Management*

WP – *Work Package*

WBS – Estrutura Analítica do Projeto ou *Work Breakdown Structure*

SUMÁRIO

1. Introdução	19
1.1. Contextualização.....	19
1.2. Justificativa do Trabalho	23
1.3. Objetivos	24
1.4. Organização do Trabalho.....	24
2. Metodologia de Pesquisa	27
2.1. Questões da Pesquisa	28
2.2. Etapas da Pesquisa	28
2.2.1. Revisão da Literatura.....	28
2.2.2. Modelo de Referência.....	29
2.2.3. Pesquisa de Campo Parte 1 – Projeto Piloto de Aplicação do Modelo de Referência.....	29
2.2.4. Pesquisa de Campo Parte 2 – Estudos MultiCaso	31
2.3. Delimitação da Pesquisa.....	32
3. Avaliação de Desempenho em Projetos	33
3.1. Monitoramento das Restrições de Custo e Prazo	34
3.1.1. O Gerenciamento do Valor Agregado - <i>Earned Value Management</i> ...	37
3.1.2. Planejamento do Projeto para o EVM.....	40
3.1.3. Monitoramento e Controle do Projeto Conforme o EVM.....	43
3.1.4. Análises de Desempenho do Projeto através do EVM	44
3.1.5. Estimativas para o Fim do Projeto utilizando o EVM	49
3.1.6. Análise Crítica do Earned Value Management	51
3.1.7. A Evolução do EVM	52
3.2. Monitoramento da Qualidade em Projetos.....	55
3.2.1. Desdobramento da Função Qualidade (QFD)	58

3.2.2.	Engenharia de Sistemas e Engenharia de Requisitos	62
4.	Modelo Integrativo de Referência para a Avaliação de Desempenho de Projetos complexos	68
4.1.	Planejando para o MPPM	71
4.1.1.	Acompanhamento do Projeto Conforme o MPPM	77
4.1.2.	Estimativas para o Fim do Projeto utilizando MPPM	83
4.2.	Análise Crítica do MPPM em comparação com o EVM	85
4.3.	Implicações práticas do MPPM	86
5.	Projeto Piloto	92
5.1.	Aplicando o MPPM	93
5.1.1.	Reconstrução da WBS do Projeto Piloto	95
5.1.2.	Construção do QFD	96
5.1.3.	Alocação dos Requisitos	98
5.1.4.	Acompanhamento do Projeto Piloto Conforme o MPPM	102
5.2.	Análise dos Resultados	106
6.	Estudos de Caso de Monitoramento e Controle de Projetos em Empresas Atuando no Brasil	108
6.1.	Apresentação dos casos	108
6.1.1.	Caso A - Automotiva (autopeças)	108
6.1.2.	Caso B - Automotiva (montadora)	110
6.1.3.	Caso C - Construção Civil	112
6.1.4.	Caso D - Bens Duráveis	113
6.1.5.	Caso E - Petroquímica	114
6.1.6.	Caso F - Química	116
6.2.	Resultados Obtidos	117
6.2.1.	Base Geral dos Projetos	117

6.2.2.	Monitoramento Geral dos Projetos	119
6.2.3.	Atendimento de Requisitos do Cliente (Qualidade)	120
6.2.4.	Atendimento de Prazo	123
6.2.5.	Atendimento de Custo	124
6.2.6.	Ferramentas Utilizadas	126
6.2.7.	Maturidade em Gerenciamento de Projetos	126
6.3.	Análise dos Resultados.....	128
6.3.1.	Gargalos da Avaliação de Desempenho de Projetos.....	128
6.3.2.	Análise das Condições para a Utilização do Modelo de Referência ..	130
6.3.3.	Relação de Maturidade em Gerenciamento de Projetos e as Condições para Utilização do Modelo de Referência	132
7.	Conclusões, Limitações e Recomendações.....	134
7.1.	Limitações e Recomendações	136

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O gerenciamento de projetos se consolidou como uma área de conhecimento nas últimas duas décadas. As vantagens do gerenciamento de projetos têm sido largamente divulgadas, assim como a aplicação dos seus métodos cada vez mais comum nas empresas.

As técnicas utilizadas usualmente no gerenciamento de projetos têm origem nos Estados Unidos do pós-guerra através do intenso desenvolvimento de projetos governamentais, sobretudo em relação à corrida espacial e ao desenvolvimento tecnológico motivado pela guerra fria.

De lá para cá muita coisa evoluiu. O gerenciamento de projetos deixou de ser exclusividade de projetos militares norte-americanos e passou a ser de domínio e utilização de diversas instituições pelo mundo.

Empresas “projetizadas” foram as primeiras a aplicar os conceitos, mas, hoje, já são encontrados excelentes exemplos de aplicações nas mais diversas áreas de negócios: bancos, indústrias, setor público, ONGs, etc.

Por trás das técnicas, conceitos e processos do bom gerenciamento de projetos existe um objetivo comum: administrar recursos de forma eficaz na busca de atender o objetivo do projeto dentro de um prazo e custo pré-determinados. Este objetivo é ilustrado através de publicações atuais sobre gerenciamento de projetos, assim como associações internacionais voltadas para o assunto (KERZNER, 2003; CLELAND; IRELAND, 2002; PMI, 2004). Apesar das pequenas diferenças encontradas nessas publicações, todas descrevem a base do gerenciamento de projetos como a gestão de 3 variáveis interdependentes: atender o Objetivo Técnico, dentro de um Objetivo de Prazo, e de um Objetivo de Custo. Estas variáveis são usualmente representadas por lados de um triângulo como se a alteração de uma variável (lado) exigisse a alteração das outras que a cercam (Figura 1).

Figura 1 – Representação dos Objetivos do Gerenciamento de Projetos (CLEALAND; IRELAND, 2002)

Todos os autores explicitam a interdependência entre as variáveis. Objetivo Técnico, Objetivo de Custo e Objetivo de Prazo são as variáveis que as técnicas, métodos e processos do gerenciamento de projetos buscam controlar. Falar de uma isoladamente não faz sentido algum. Administrar as três simultaneamente, buscando o sucesso do projeto, é um desafio que o gerenciamento de projetos busca auxiliar e que foge à administração tradicional.

Dentro dos processos de gerenciamento de projetos destaca-se, por sua importância e capacidade de integração de vários outros processos, o monitoramento e controle de projetos. Este processo está incluído dentro da área de conhecimento de Integração do Projeto (PMI, 2004). A este processo estão ligados vários outros como o gerenciamento de escopo, gerenciamento de prazo, gerenciamento de custo, gerenciamento de risco, etc. A partir dos levantamentos obtidos com este processo é que o ciclo de vida do projeto assim como as correções de eventuais desvios são administrados (PMI, 2004). Portanto, este processo é iniciado praticamente com o nascimento do projeto e o acompanha por todo o ciclo de vida até o encerramento formal do projeto (Figura 2).

Figura 2 – Processos de Monitoramento e Controle de Projetos (PMI, 2004)

Essencialmente, o monitoramento e controle de projetos focam no controle das variáveis que definem o sucesso do projeto, ou seja, atendimento do objetivo técnico, atendimento do objetivo de prazo e atendimento do objetivo de custo do projeto. Semelhante ao que ocorreu com o gerenciamento de projeto em si, o processo de monitoramento e controle de projetos evoluiu sistematicamente desde a época em que não se tinha um conhecimento sobre o assunto até hoje em dia.

O início da formalização do monitoramento e controle de projetos não é bem definido na literatura, no entanto, sabe-se que nos anos 60 o monitoramento e controle de projetos eram realizados através do monitoramento isolado das três variáveis: custo, prazo e escopo (FLEMING; KOPPELMAN, 2005). O monitoramento isolado das variáveis tem o sentido de que elas não eram avaliadas de forma integrada. O monitoramento de prazo era realizado pela equipe técnica que implementava o projeto, enquanto o monitoramento de custo era realizado através de um método contábil tradicional, geralmente realizado por um departamento financeiro das instituições. Não havia uma conexão entre as duas dimensões e muito menos uma análise cruzada entre elas. Os modelos utilizados eram unidimensionais (um modelo com a dimensão Custo e outro modelo com a dimensão Prazo).

Ainda nos anos 60 surgiu o conceito de Gerenciamento do Valor Agregado ou *Earned Value Management* (EVM). Naquela época, ainda chamado de *Cost/Schedule Control Systems Criteria* (C/SCSC) era uma ferramenta poderosa que unificava as dimensões de Escopo, Custo e Prazo do projeto. O EVM trouxe a

possibilidade de análise das dimensões de forma cruzada, agregando uma capacidade analítica do andamento e desempenho do projeto que até então não era possível. A ferramenta se mostrou poderosa e o DoD (Departamento de Defesa dos EUA) passou a exigir a implantação do método para todos os contratos sob sua administração. O departamento publicou o padrão a ser seguido em 1967.

Nas duas últimas décadas, junto com a popularização do gerenciamento de projetos, o EVM se tornou a ferramenta mais utilizada para controle do desempenho dos projetos pelas organizações internacionalmente. O poder analítico do EVM trouxe a facilidade de avaliação de projetos de bom e mau desempenho. No entanto, profissionais e empresas que aplicam a ferramenta e que já atingiram maior maturidade do gerenciamento de projetos e do EVM identificaram a necessidade de expandir as dimensões analisadas no EVM (Custo, Prazo e Escopo).

Foi esta a motivação que levou uma série de pesquisadores a desenvolverem modelos que englobassem outras dimensões de avaliação de desempenho de projetos. Estas propostas são todas recentes, com poucas demonstrações de aplicações. Dentre as dimensões sugeridas de avaliação de desempenho de projetos, nestas recentes publicações, são encontradas: Riscos (HILLSON, 2004; ARAMVAREEKUL; SEIDER, 2006), Custos de Industrialização e Prazos de Industrialização (BAJAJ; KEKRE; SRINIVASAN, 2004), Qualidade (PAQUIN; COUILLARD; FERRAND, 2000), entre outros.

Paralelamente à evolução da avaliação de desempenho de custo e prazo do projeto, outras iniciativas focavam na avaliação do desempenho técnico do projeto. O desempenho técnico engloba o escopo, porém, com ênfase nas características do produto final do projeto, onde se espera que este produto cumpra com os requisitos esperados pelo cliente final. Afinal, o projeto só existe por causa de um produto final que ele deve entregar e que, por sua vez, deve conter características que cumpram com requisitos para o qual ele foi planejado/projetado.

1.2. Justificativa do Trabalho

Apesar do notável desenvolvimento de metodologias para avaliação de desempenho de projetos publicadas nos últimos anos, parece evidente que a abordagem tradicional ainda apresenta uma falta de metodologias para o controle de projetos (DE FALCO; MACCHIAROLI, 1998). A referência consolidada e aplicada mundialmente ainda é o EVM. Iniciativas de divulgar novas metodologias são claras, porém, ainda faltam trabalhos abrangentes que consolidem as novas metodologias de forma coordenada e integrada.

Dentro das diversas variações de métodos que propõem avaliar o desempenho de projetos, este trabalho se atém àqueles que propõem uma solução integrada de avaliação de desempenho multidimensional com a integração das dimensões custo, prazo e qualidade do produto final do projeto.

Este trabalho explora estas recentes publicações buscando entender o limite do desenvolvimento que estes modelos já apresentaram e propondo extensões destes modelos, assim como extensões das análises oriundas destes modelos. Além disso, o trabalho busca a integração de três disciplinas trabalhadas de forma separada, mas que estão intimamente ligadas pela afinidade de suas aplicações. Estas disciplinas são: Qualidade e o Desdobramento da Função Qualidade (QFD), a Engenharia de Sistemas e a contribuição oriunda da Engenharia de Requisitos de sistemas e o Gerenciamento de Projetos através do Gerenciamento do Valor Agregado (EVM). Através desta integração é possível compreender de forma abrangente a aplicação dos modelos de avaliação de projetos com dimensões custo, prazo e qualidade do produto final do projeto de forma integrada, possibilitando a exploração de novos modelos e análises que contribuem para o entendimento e gerenciamento dos processos inerentes à administração de projetos.

1.3. Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é identificar as várias dimensões de desempenho e propor uma abordagem integrativa. Derivam deste objetivo os seguintes objetivos específicos:

- Levantar na literatura os principais métodos disponíveis para controle de projetos;
- Elaborar e discutir um modelo de referência integrado das dimensões consideradas mais importantes na avaliação de desempenho de projetos;
- Avaliar a aplicabilidade deste modelo;
- Levantar as práticas de avaliação de desempenho de projetos utilizadas em organizações com a finalidade de discutir se as condições necessárias para a utilização de modelos multidimensionais de avaliação de desempenho estão presentes dentro das práticas destas empresas.

Esse trabalho está focado em projetos complexos onde a avaliação do desempenho do produto do projeto demanda significativo esforço durante o gerenciamento do projeto.

1.4. Organização do Trabalho

O trabalho está dividido em cinco partes, assim distribuídas:

- **Capítulo 2 – Metodologia de Pesquisa:** são apresentados os métodos de pesquisa utilizados para a elaboração desta dissertação.
- **Capítulo 3 - Avaliação de Desempenho de Projetos:** apresenta um histórico da evolução dos processos de avaliação de desempenho de projetos em relação às restrições de custo e prazo até se chegar ao que hoje se conhece como o Gerenciamento do Valor Agregado (EVM). Além disso, neste capítulo é realizada uma análise sobre as interpretações possíveis de qualidade dentro do ambiente de projetos e explicada a adoção de uma

definição em particular que possui relação com o desenvolvimento deste trabalho. Em seguida são apresentados e explorados o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e a Engenharia de Requisitos.

- **Capítulo 4 – Quadro Teórico Analítico da Avaliação de Desempenho Integrado de Projetos:** o capítulo introduz o conceito de avaliação multidimensional de desempenho de projeto considerando as dimensões custo, prazo e qualidade do produto final do projeto. Em seguida é apresentado e explorado o Modelo Multidimensional de Desempenho de Projetos ou *Multidimensional Project Performance Model* (MPPM). O capítulo ainda apresenta o conceito da Variação de Qualidade (QV) e de propostas de análise de desempenho de projetos com a introdução dos conceitos de Variação Custo/Qualidade (CQV) e Variação Prazo Qualidade (SQV). É apresentado o dilema de estimativa de custo e prazo ao fim do projeto e proposto o modelo de integração desta estimativa com um modelo de gerenciamento de risco técnico do projeto. Por fim, o capítulo apresenta uma análise crítica entre o MPPM e o EVM e faz uma análise das implicações técnicas da utilização do MPPM como método de avaliação multidimensional de desempenho de projetos.
- **Capítulo 5 – Projeto Piloto:** O capítulo 5 apresenta a aplicação do modelo de referência elaborado e discutido no capítulo 4 através de um projeto piloto. O capítulo explora as dificuldades encontradas para a aplicação do modelo, mostrando os obstáculos que uma organização enfrentaria para a aplicação de um modelo de avaliação de desempenho de projetos que utilize o processo e os dados descritos no modelo de referência.
- **Capítulo 6 – Estudos de Caso:** O Capítulo 6 apresenta uma pesquisa de campo executada com empresas de grande porte com atuação no Brasil, que desenvolvem projetos cujos produtos são considerados de alta complexidade. Esta pesquisa de campo busca entender as práticas de avaliação de desempenho de projetos utilizadas nestas empresas e a presença de condições, dentro do ambiente destas empresas, para a utilização de modelos multidimensionais de avaliação de projetos conforme descrito no capítulo 4 (modelo de referência) e discutido no capítulo 5 (projeto piloto).

- **Capítulo 7 – Conclusões, Limitações e Recomendações:** O Capítulo 7 apresenta as conclusões do trabalho, limitações e recomendações.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória dividida em quatro etapas de acordo com a Figura abaixo:

Figura 3 – Etapas da Pesquisa

A primeira etapa trata da revisão teórica onde as disciplinas necessárias para a construção do modelo de referência são discutidas. A segunda etapa apresenta o modelo de referência. Finalmente, a pesquisa de campo, é dividida em duas partes.

A primeira parte da pesquisa de campo (etapa 3) trata da avaliação da aplicação do modelo de referência onde são avaliados quais obstáculos seriam encontrados para sua aplicação em uma organização e quais dados e documentação seriam necessários para viabilizar sua utilização.

A segunda parte da pesquisa de campo (etapa 4) investiga quais seriam as práticas, principais gargalos de avaliação de desempenho de projetos e quais são as condições existentes (ambiente propício) de empresas atuando no Brasil para a aplicação de um modelo multidimensional de avaliação de projetos conforme o apresentado no modelo de referência.

2.1. Questões da Pesquisa

A questão principal de pesquisa é como avaliar distintas dimensões de desempenho em projetos complexos através de um modelo integrado de referência.

Para atender ao objetivo do trabalho as seguintes questões de pesquisa serão exploradas:

- Quais são os indicadores de desempenho de projetos considerados como os mais importantes na literatura e na prática organizacional?
- Quais dados devem estar disponíveis para que um modelo multidimensional de avaliação de desempenho, que considere a qualidade do produto final do projeto, possa ser aplicado?

2.2. Etapas da Pesquisa

2.2.1. Revisão da Literatura

A primeira etapa trata da revisão teórica da literatura onde as partes da avaliação de desempenho de projetos são discutidas.

A revisão da literatura realizada na primeira fase da iniciação apoiou-se no levantamento em bases científicas eletrônicas de dados tais como ISI Web of Knowledge, Scopus, Taylor & Francis.

Foram levantadas as publicações que possuísem as palavras “*project quality*”, “*project evaluation*”, “*project performance*”, “*project control*”, “*Earned Value Management*” e QFD nos campos de título, palavras-chaves ou resumo. Como resultado da pesquisa foram encontradas 114 publicações relevantes ao tema.

No que se refere à pesquisa, os periódicos que mais apresentaram publicações relevantes foram: *International Journal of Project Management*, *Project Management Journal*, *IEEE Transactions in Engineering Management*, *Quality Progress*,

Technovation, International Journal of Operations and Production Management, Journal of Operations Management, Total Quality Management, Journal of Product Innovation Management, entre outros com menor quantidade de artigos, porém com conteúdo muito relevante.

Além da busca nas bases de dados, alguns livros foram utilizados como referência entre as disciplinas de Engenharia de Sistemas, EVM, QFD, Qualidade, entre outros.

2.2.2. Modelo de Referência

A segunda etapa trata da construção do modelo de referência para a avaliação de desempenho de projetos considerando as dimensões prazo, custo e qualidade do produto final do projeto de forma integrada. A construção deste modelo tem como base a discussão teórica desenvolvida no capítulo 3 sobre as dimensões em questão.

Há a preocupação de construir e explicar o modelo, mas também o de explorar as ferramentas necessárias para a aplicação completa do modelo na prática. O modelo de referência, tratado neste trabalho como MPPM (Modelo Multidimensional de Desempenho de Projetos ou *Multidimensional Project Performance Model*), é discutido e comparado com o modelo tradicional (EVM) na teoria de aplicação de cada um, explorando as fraquezas (deficiências) existentes no cenário atual de avaliação de desempenho de projetos.

2.2.3. Pesquisa de Campo Parte 1 – Projeto Piloto de Aplicação do Modelo de Referência

O modelo de referência é um método bastante dependente dos dados de qualidade (utilização de métodos de levantamento de requisitos do cliente, acompanhamento da evolução de tais requisitos e atendimento destes requisitos) e também de dados de custo e prazo em projetos durante todo o ciclo de vida do projeto. Há um pressuposto de que, para se aplicar o método, as empresas devem estar preparadas

para utilizá-lo, já sendo prática comum o acompanhamento de custo, prazo e qualidade em projetos mesmo que de forma desintegrada dentro destas empresas. Para avaliar as dificuldades e gargalos relacionados à viabilidade de aplicação do modelo, a primeira parte da pesquisa de campo (etapa 3) busca simular a aplicação do modelo de referência em um projeto piloto já concluído.

Para a aplicação do modelo, foi selecionado um projeto que cumpra com os seguintes requisitos:

- O projeto deve gerar produtos complexos (CLARK; FUJIMOTO, 1991)
- O EVM deve ter sido aplicado no projeto e o projeto deve ter sido considerado bem sucedido pelos critérios definidos pelo EVM;
- A documentação do projeto deve estar disponível;
- Os dados devem estar disponíveis desde o planejamento, passando pelo controle até o encerramento do projeto.
- Os dados devem apresentar informações sobre custo, prazo, escopo e requisitos do cliente;
- Os dados do sucesso ou fracasso na implementação dos requisitos do cliente devem estar disponíveis, ainda que de forma indireta ou desintegrada do acompanhamento formal do projeto.

A fonte primária do estudo foi a entrevista, com foco em detalhar o contexto do projeto (tipo, tamanho do projeto, número de pessoas envolvidas no projeto, fornecedores e terceiros, estrutura organizacional, aplicação de metodologias organizacionais, *stakeholders* do projeto), as métricas de avaliação de desempenho e levantamento de quais *stakeholders* avaliam o projeto.

A fonte secundária do estudo é composta por duas análises, utilizando-se da base documental do projeto para o levantamento de informações. A primeira análise está relacionada com a disponibilidade de informações necessárias para a aplicação do modelo de referência e a segunda é uma análise de sucesso e fracasso do projeto comparando os resultados do projeto obtidos através do EVM e do modelo de referência.

2.2.4. Pesquisa de Campo Parte 2 – Estudos MultiCaso

A segunda parte da pesquisa de campo (etapa 4) busca informações de como empresas atuando no Brasil, e desenvolvendo projetos complexos, monitoram e controlam projetos, a fim de se avaliar as condições necessárias para a aplicação de um modelo multidimensional, como o descrito no modelo de referência, estão presentes nestas empresas. Utilizou-se a abordagem de múltiplos casos para responder as questões relacionadas a práticas e gargalos organizacionais:

- Quais os mecanismos que as empresas utilizam para a avaliação de desempenho?
- Quais são as dimensões utilizadas para a mensuração de desempenho de projeto?
- Quais os principais gargalos encontrados para a avaliação de desempenho?

Para o levantamento das práticas de avaliação de desempenho de projetos, é adotada uma metodologia de estudo de múltiplos casos onde a unidade da pesquisa é cada uma das organizações selecionadas. O estudo buscou dados em 6 organizações que representam diferentes setores industriais. As organizações foram selecionadas para o levantamento dos dados de acordo com os seguintes critérios:

- As organizações selecionadas estão envolvidas com projetos cujos produtos finais sejam caracterizados como complexos (CLARK; FUJIMOTO, 1991);
- As organizações dispõem de dados de desempenho de projetos e métodos de acompanhamento de projetos;
- As organizações adotam metodologias de gerenciamento de projetos que prevejam a avaliação de desempenho de projetos.

A pesquisa foi realizada através de entrevistas com a aplicação de um questionário que é dividido em um bloco de perguntas, denominada entrevista focal (YIN, 2001), que corresponde à entrevista espontânea, com um roteiro de perguntas, onde o entrevistado pode expressar suas opiniões e comentários. O segundo bloco é uma entrevista objetiva com respostas de acordo com a escala Likert em 5 níveis, onde

se busca evidenciar objetivamente os mesmos parâmetros do primeiro questionário. O roteiro completo da entrevista e a estrutura do questionário são apresentados no Anexo A.

As entrevistas foram realizadas com os responsáveis pela definição dos padrões dos projetos executados pelas organizações. Estes responsáveis pertencem ao escritório de projetos, são gerentes de projetos ou são gerentes/diretores de engenharia responsáveis pelas equipes de gestão e execução de projetos.

Estes dados são complementados com a aplicação do questionário de maturidade em gerenciamento de projetos. Optou-se pela utilização do questionário do modelo de ciclo de vida em gestão de projetos correspondente ao nível 2 de maturidade do *Project Management Maturity Model* (PMMM), proposto por Kerzner (2001), com o objetivo de avaliar se entre empresas com maior maturidade em gerenciamento de projetos apresentam modelos mais estruturados de avaliação de desempenho de projetos. O questionário PMMM nível 2 foi escolhido, pois se espera que este seja o nível mínimo para a implementação de uma avaliação de desempenho de projetos multidimensional. O questionário composto de 20 questões utilizando a escala de Likert de 7 níveis é apresentado no Anexo B.

O estudo de múltiplos casos utiliza como evidências, além das entrevistas já mencionadas, a análise documental que é pautada em *templates* da metodologia de projetos, bases e registros de dados disponíveis e informações de projetos caso sejam disponibilizados.

2.3. Delimitação da Pesquisa

Conforme salientado no capítulo introdutório essa pesquisa está delimitada à projetos cujo produto é complexo.

A definição de produto complexo adotada é descrita por Clark e Fujimoto (1991) como fruto de duas dimensões: a complexidade da estrutura interna do produto, por exemplo, número de componentes, dificuldade tecnológica, número de interfaces; e/ou, a complexidade da Interface do Produto com o Cliente, por exemplo, número ou tipo de critérios de desempenho.

3. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PROJETOS

O desempenho em projetos é um assunto bastante explorado em artigos acadêmicos e apesar da discussão da definição dos critérios de sucesso ou fracasso em projetos (ATKINSON, 1999; TUKEL; ROM, 2001), em que as dimensões de sucesso são discutidas, ainda é a tradicional tríade de Custo, Prazo e Qualidade que os Gerentes de Projeto focam para definir o sucesso ou fracasso dos seus projetos (TUKEL; ROM, 2001). Dentro desta tríade, ainda existe uma diferenciação sendo a qualidade a dimensão considerada, pelos Gerentes de Projeto, como a mais importante, seguida das dimensões de Custo e Prazo (TUKEL; ROM, 2001; TUKEL; ROM, 1997; WHITE; FORTUNE, 2002).

Um projeto considerado de sucesso na década de 80 era definido por (KERZNER, 1998 apud TUKEL; ROM, 2001):

- Terminado dentro do prazo
- Terminado dentro do orçamento
- Terminado dentro do nível desejado de qualidade.

A definição de qualidade para um projeto era usualmente definida como atender às especificações técnicas.

No fim dos anos 80, após a introdução do TQM, o projeto, para ser considerado de sucesso, deveria não só atender os requisitos de desempenho interno de custo, prazo e especificações técnicas como também deveria garantir que seria aceito pelo cliente, que em outras palavras pode ser entendido como atender aos requisitos do cliente, uma abordagem externa à organização em que o projeto se insere e definitivamente alinhado com o direcionamento de “foco no cliente”.

Pugh (1990) evidencia que o processo de desenvolvimento de produto, uma das formas de aplicação do Gerenciamento de Projetos, inicia com a definição dos requisitos de mercado, passando pelo projeto conceitual, especificação do produto, detalhamento do produto, manufatura e vendas. Clark e Fujimoto (1991) não explicitam a fase de definição dos requisitos de mercado, no entanto, deixam claro que desenvolvimento, produção e consumo estão integrados em um sistema maior através da informação que circula através deste sistema. O conceito do que deve ser o novo produto é influenciado pela satisfação do cliente que se pretende atingir.

Com isso, o estudo deste trabalho foca na integração das dimensões de custo, prazo e qualidade do produto final do projeto para obter um modelo de avaliação de desempenho de projetos.

3.1. Monitoramento das Restrições de Custo e Prazo

A avaliação do desempenho de projetos no que diz respeito às restrições de custo e prazo evoluiu assim como evoluiu o Gerenciamento de Projetos em si. Kerzner (KERZNER, 2003) dividiu a evolução do Gerenciamento de Projetos em três épocas distintas e que também definem a evolução ocorrida no monitoramento de custo e prazo dos projetos.

1945-1960: Kerzner descreve o Gerenciamento de Projetos do início dos anos 40 como um conceito de gerenciamento “por cima da cerca” (KERZNER, 2003, p. 34). Gerentes funcionais realizavam suas atividades relacionadas à certo projeto e, quando acabavam sua parte, “jogavam os resultados por cima da cerca e torciam para que alguém pegasse o projeto dali em diante” (KERZNER, 2003, p. 35). Obviamente que este conceito está bem distante do que se entende como o gerenciamento de projetos atual, no entanto, faz sentido para uma época em que os processos de gerenciamento de projetos não estavam estabelecidos e tampouco as instituições estavam organizadas para tal. Ainda segundo Kerzner, nesta época, se um projeto viesse a fracassar, a culpa era colocada em quem estava com o projeto nas mãos no momento.

Obviamente que, através dessa filosofia de gerenciamento de projetos, nenhum tipo de avaliação estruturada do desempenho de projetos seria, se quer, mencionada.

Com a Segunda Guerra Mundial e a corrida armamentista, a necessidade de se fabricar armas mais eficientes e mais rapidamente que os inimigos fez o conceito “por cima da cerca” ser abandonado por processos mais eficientes. Nesta época, surgiram os primeiros conceitos estruturados do gerenciamento de projetos atual. O primeiro deles foi uma exigência do Departamento de Defesa Americano (DoD) que, com dificuldades de obter informações do andamento de seus projetos dentro das

empresas contratadas, exigiu que houvesse um único interlocutor responsável por relatar todas as informações ocorridas dentro de um determinado projeto. Foi o nascimento da Figura do Gerente de Projetos.

Entre o final dos anos 50 e início dos 60, todos os contratos do DoD adotavam o Gerenciamento de Projetos como forma de trabalho, ainda que com poucos processos e ferramentas definidas além da criação da Figura do Gerente do Projeto em si. O número de contratos do governo americano nesta época era grande, e cada Gerente de Projeto tinha sua própria maneira de trabalhar e de se relacionar com o governo. Havia uma necessidade latente de padronização dos projetos. O governo americano estabeleceu, então, padrões para o planejamento e controle do projeto em fases do ciclo de vida do projeto, estabelecendo, assim, uma forma de monitoramento de custos dos projetos e criando um grupo de auditores para avaliar os projetos em andamento.

Os primeiros passos para os conceitos e processos de gerenciamento de projetos foram dados. No que diz respeito ao Monitoramento e Controle de Projetos, muita evolução foi alcançada. Com um modelo de planejamento por ciclo de vida e um sistema de controle de custos foi possível passar da época do conceito “por cima da cerca” para uma era de gerenciamento de projetos de fato, ainda que com deficiências. As avaliações de desempenho de projetos se tornaram possíveis, no entanto, as principais medidas padronizadas na época, o andamento do projeto (implantação) e o custo do projeto, ainda eram avaliações unidimensionais, ou seja, não havia uma integração entre as medidas e cada uma delas era obtida de uma fonte de informação diferente. Em geral, o andamento do projeto era obtido pelo Gerente do Projeto através do contato com as diversas áreas envolvidas dentro da empresa e o Custo do projeto era compilado pelo departamento financeiro da empresa. Além disso, as práticas de gerenciamento de projetos, nesta época, ainda eram limitadas às empresas ligadas direta ou indiretamente a contratos governamentais, principalmente a indústria de defesa e aeroespacial. Ainda havia muito espaço para evoluir.

1960-1985: Foi neste período que o gerenciamento de projetos começou a se disseminar pelas empresas. No entanto, a disseminação do gerenciamento de projetos começou muito mais por imposição do que por desejo destas empresas. Houve um crescimento lento, rodeado de muita resistência à mudança. Por outro

lado, o tamanho e complexidade dos projetos já não comportavam um gerenciamento desestruturado, e por isso, as empresas acabaram por se reestruturar e formalizar os processos de gerenciamento de projetos.

No que diz respeito à evolução do Monitoramento e Controle de custo e prazo, foi nos anos 60 que surgiu o conceito de *Earned Value Management* (EVM) (FLEMING; KOPPELMAN, 2005). O EVM, nascido da necessidade de melhor controle de projetos militares, tinha como grande diferencial a possibilidade de unificar, num único modelo de avaliação de desempenho de projetos, as dimensões que até então eram tratadas separadamente: andamento do projeto e custo do projeto. O EVM trouxe a possibilidade de se analisar as dimensões de forma cruzada agregando uma capacidade analítica do andamento e desempenho do projeto que até então não era possível. A aplicação do EVM transformava todas as dimensões em valores (custos) através da parametrização de custo e prazo embutidos no acompanhamento da realização das atividades do projeto (ciclo de vida). O EVM se mostrou uma ferramenta poderosa com alto poder analítico.

A experiência favorável da utilização do EVM, chamado na época de *Cost/Schedule Control Systems Criteria* (C/SCSC), no programa do “Míssil Minuteman” para a força aérea americana (FLEMING; KOPPELMAN, 2005) resultou na edição da doutrina de gerenciamento C/SCSC pelo DoD (Departamento de Defesa dos EUA) em Dezembro de 1967 e passou a ser exigido pelo DoD em todos os contratos de defesa com empresas do setor.

O EVM era, de fato, uma ferramenta muito poderosa, mas houve muita resistência da indústria por achar o processo muito burocratizado, moroso e sem benefícios claros. Os setores de defesa e aeroespacial adotaram o modelo, mas muitas empresas o fizeram por imposição e não por enxergar benefícios na nova forma de trabalhar.

A indústria não relacionada com contratos de defesa do DoD, em geral, não adotou o novo modelo por causa da complexidade e burocracia.

1985-Dias de Hoje: Foi a partir de 1985 que o gerenciamento de projetos se popularizou pelas empresas não ligadas aos contratos do governo americano. A adoção das práticas de gerenciamento de projetos pelas empresas foi dada pela necessidade de adaptação a ambientes constantemente em mutação. O ambiente

empresarial muito dinâmico precisava de organizações ágeis e adaptáveis. Os conceitos, ferramentas, e principalmente a forma de organização dinâmica oriunda do Gerenciamento de Projetos traziam esta agilidade e adaptabilidade às organizações.

Do lado do Monitoramento e Controle de Projetos, uma demanda por um sistema mais simples do que o C/SCSC era discutido nos setores envolvidos da indústria. Foi então que em 1995, um grupo de estudos do *National Defense Industrial Association* (NDIA) iniciou os trabalhos de análise e simplificação do C/SCSC que culminou com a aprovação do modelo do C/SCSC revisado em 1997 pelo DoD na instrução do DoD 5000.2R (1997).

Além da revisão do modelo, o comitê do NDIA conseguiu, também, a aprovação dos 32 critérios do EVM na *American National Standard Institute/Electronic Industry Association* (ANSI/EIA). Em junho de 1998, o guia ANSI/EIA-748-1998 (ANSI/EIA, 1998) foi editado.

Este movimento tinha um significado muito maior do que apenas uma revisão das normas, ele provocou uma importante mudança na responsabilidade de como as aplicações do EVM seriam definidas dali em diante. A indústria privada passaria a ser a principal usuária e as adaptações no EVM passariam a ser definidas por comitês privados e não governamentais. Além disso, a indústria privada deixava de utilizar o EVM por imposição e sim por entender que as novas técnicas representavam uma importante ferramenta que poderia ser utilizada dentro do gerenciamento de projetos independente do setor industrial.

3.1.1. O Gerenciamento do Valor Agregado - *Earned Value Management*

O *Earned Value Management* (EVM) ou *Earned Value Management System* (EVMS) é um ferramenta de monitoramento e controle do gerenciamento de projetos que tem o objetivo de prover o gerente do projeto com informações sobre o desempenho de custo e prazo do projeto. O EVM é uma ferramenta de avaliação multidimensional do projeto, pois avalia simultaneamente o desempenho de prazo e custo do projeto usando o escopo do projeto como a base de parametrização das dimensões

avaliadas. De forma muito resumida, o EVM compara o trabalho realizado e o trabalho planejado usando o tempo como dimensão de observação das medidas. Todo o trabalho necessário para completar o projeto de forma satisfatória é o que define o escopo do projeto.

A força do EVM está na simplicidade do seu princípio: para cada trabalho (escopo) existe um prazo e um custo associado, portanto, se um trabalho foi realizado, espera-se que o prazo e o custo para realizá-lo tenham sido consumidos. Caso contrário existe uma diferença, positiva ou negativa, que corresponde a um desvio entre o planejado e o executado.

A simplicidade do princípio, no entanto, fica bastante complexa quando o “trabalho” em questão é complexo, de longa duração, com várias atividades associadas, ou seja, um projeto de considerável complexidade. Além disso, o EVM pode ser explorado com derivações de análises de previsões de custos e prazos, o que torna a utilização do EVM um assunto para profissionais experientes no gerenciamento de projetos.

Considerando o ciclo de vida de um projeto, é razoável esperar que o escopo do projeto seja realizado no decorrer certo período de tempo. Entre o início e o fim do projeto o escopo é implementado passo a passo, parte por parte. Estas partes se complementam até o fim, quando todas as partes do escopo são realizadas e o projeto termina com os produtos do projeto concretizados (Figura 4).

Figura 4 – Implementação do Escopo do Projeto

Existe uma relação entre o escopo e o tempo necessário para executá-lo. A duração para a execução de cada parte do escopo e a inter-relação entre as partes define o prazo do projeto, assim como o custo de realização de cada parte define o custo do projeto.

Portanto, da mesma forma que é possível distribuir partes do escopo no tempo, é possível distribuir o custo associado a cada parte no tempo e unir as duas dimensões em uma única análise (Figura 5).

Figura 5 – Custo de cada parte do escopo

As três dimensões (escopo, prazo e custo) são interdependentes e não se pode mudar uma só sem que as outras sejam afetadas (Figura 6). A relação entre as dimensões é definida pelo escopo. O ponto de partida, portanto, é a definição de escopo e, a partir daí, é possível estimar prazo e custo para executar o escopo. Caso o escopo seja alterado, o prazo e o custo serão afetados. Ao se alterar o custo, prazo e/ou escopo devem ser alterados, e por fim, ao se alterar o prazo, custo e/ou escopo serão afetados.

Figura 6 – Relação entre as três dimensões do Projeto

Para a utilização do EVM, no entanto, é necessário criar uma base de comparação que possa ser usada como referência para o projeto. A esta base é dado o nome de Valor Planejado (*Planned Value* – PV), que é produto do plano do projeto. A partir deste plano é possível fazer a distribuição das atividades do projeto no tempo e, por consequência, é possível fazer a distribuição dos gastos de cada atividade no tempo também. Durante o andamento do projeto, o PV será comparado com o Valor Agregado (*Earned Value* – EV), com a finalidade de se avaliar o bom ou mau desempenho do projeto. O EV é produto das medições dos trabalhos/atividades executadas do projeto (execução do escopo). Para cada atividade executada, deve haver uma medição de tempo e gasto necessário para executá-la, que será comparada ao valor e tempo planejados (PV) para efeito de avaliação do desempenho do projeto.

3.1.2. Planejamento do Projeto para o EVM

Segundo Kerzner (2003) a mais importante responsabilidade do Gerente de Projetos é planejar, integrar e executar os planos. Fleming e Kopelman (2005) dividem a fase de planejamento do projeto em duas partes: a definição do escopo do projeto e o planejamento e cronograma do projeto. De forma similar, porém mais completa, o PMBOK edição 2000 (PMI, 2001) sugere o fluxo da Figura abaixo (Figura 7) como uma forma de entender o processo de planejamento com um todo.

Figura 7 – Fluxo do Planejamento do Projeto (PMI, 2001, p.33)

Os processos envolvidos no planejamento são submetidos a freqüentes interações até que o plano do projeto esteja completo.

Apesar da importância existente em todos os processos, os que mais influenciam a definição da base para a utilização do EVM estão relacionados a escopo, custos e prazos.

Escopo do Projeto

Segundo Fleming e Koppelman (2005) não há um fator único que contribua mais para o sucesso de qualquer projeto do que iniciar o projeto com uma definição sólida e completa do trabalho a ser executado (escopo). Para o uso efetivo do EVM há a necessidade do planejamento ser realizado de tal forma que se possa medir, em qualquer instante, quanto do projeto já foi executado. Além disso, é importante que o planejamento leve em conta 100% do projeto, caso contrário, o plano deixaria de ser eficiente como ferramenta de comparação com a realidade do projeto.

Uma das ferramentas eficazes e consagradas para elaborar o escopo do projeto é a Estrutura Analítica do Projeto (*Work Breakdown Structure* – WBS).

O conceito da WBS começou a ser trabalhado no início dos anos 60. A WBS é uma forma visual que tem como objetivo o desdobramento do escopo em partes menores, chamadas de Pacotes de Trabalho ou *Work Packages* (WP), que possam ser tratados individualmente. Publicações como MIL-HDBK-881 (DoD, 1998) detalham a metodologia de construção do WBS. A WBS é usualmente representada por um diagrama com vários níveis onde os mais baixos descrevem partes menores do escopo de níveis mais altos. A Figura 8 ilustra uma WBS de um projeto hipotético “A”. Assim como no exemplo anterior (Figura 4), o projeto pode ser desdobrado em pedaços. Cada pedaço pode ainda ser quebrado em partes menores, e assim por diante. Quando a estrutura de quebras de pacotes maiores em pacotes menores é desenhada, forma-se a WBS do projeto.

Figura 8 – Exemplo de WBS

Custo e Prazo

Seguindo a seqüência e definições sugeridas pelo PMBOK edição 2000 (PMI, 2001) é possível estimar os custos e prazos para a realização de um determinado projeto. Ao seguir esta seqüência, o resultado final deve ser um plano de execução do projeto que contempla as atividades necessárias para cumprir cada WP, incluindo o cronograma e custos previstos alocados a cada atividade. Esta é a base necessária para se montar o gráfico de valor planejado (PV) do projeto.

Uma vez alocados os custos em cada atividade, o Valor Planejado é apresentado no gráfico de Valor Agregado da Figura (Figura 9).

Figura 9 – Gráfico de Valor Planejado do projeto exemplo

O PV nada mais é do que a soma acumulada dos gastos previstos para cada atividade distribuídos pela dimensão tempo. No início do projeto (instante zero) este valor é igual a zero e no final do projeto este valor é igual à soma dos custos de todas as atividades previstas para o projeto.

3.1.3. Monitoramento e Controle do Projeto Conforme o EVM

O acompanhamento do projeto segue a estrutura definida na fase de planejamento do projeto. Ou seja, as atividades pré-definidas na fase de planejamento que fazem parte do WBS do projeto e que tem custo e prazo estimados para acontecer durante o ciclo de vida do projeto são mensuradas durante a fase de execução do projeto. As medidas necessárias para avaliar o desempenho do projeto são:

- o custo real de cada atividade, retirado do relatório contábil previamente preparado para alocar custos conforme o WBS estabelecido na fase de planejamento; e
- a porcentagem executada de cada atividade, medida a partir dos dados reais da execução das atividades.

Com estas informações é possível montar, para cada instante de tempo dentro do período do projeto, a medição do Valor Agregado (EV) e do Custo Real do Projeto ou *Actual Cost* (AC).

O EV é a soma dos valores de cada atividade multiplicada pela sua respectiva porcentagem executada. Por outro lado, o Custo Real Atual (AC) é a soma dos custos reais incorridos no projeto para a execução de cada atividade. Quando medidos em períodos pré-definidos no planejamento do projeto, o EV e o AC podem ser colocados no mesmo gráfico de valor agregado anterior (Figura 10) para efeitos de comparação, completando a base necessária para a análise de desempenho de projetos através do EVM.

Figura 10 – Desempenho do projeto exemplo: valor planejado, valor agregado e custo real atual

3.1.4. Análises de Desempenho do Projeto através do EVM

O desempenho de custo do projeto é obtido através da comparação do EV com o AC, enquanto o desempenho de prazo é obtido através da comparação do EV com o PV. Os dois desempenhos podem ser medidos através do cálculo de Variação de Prazo ou *Schedule Variance* (SV) e Variação de Custo ou *Cost Variance* (CV). Além disso, pode-se avaliar o desempenho através da porcentagem de variação de custo ou prazo ou ainda através de índices de desempenho (ANBARI, 2003).

Variação de Custo e de Prazo: A Variação de Custo ou *Cost Variance* (CV) é a diferença entre o Valor Agregado (EV) e o Custo Real Atual (AC).

$$CV = EV - AC$$

A Variação de Prazo ou *Schedule Variance* (SV) é a diferença entre o Valor Agregado (EV) e o Valor Planejado (PV).

$$SV = EV - PV$$

As duas variações também podem ser verificadas no gráfico de valor agregado (Figura 11).

Figura 11 – Variação de Custo (CV) e Variação de Prazo (SV)

A Variação de Custo mostra o quanto o projeto está distante do planejado em relação à dimensão custo. Por utilizar o Valor Agregado como referência, a variação de custo compara o custo real do projeto com o valor previsto para aquilo que foi de fato executado, mostrando o que realmente está ocorrendo no projeto em relação ao custo (previsão versus realidade).

Se a comparação fosse do custo real contra o custo planejado, poderia haver a ilusão de que o projeto está caminhando bem. Este é exatamente o caso que ocorre na utilização de ferramentas de avaliação de desempenho de projetos unidimensionais utilizadas antes da criação do EVM. O custo contábil era comparado com o custo planejado e, caso a diferença fosse positiva, não haveria questionamento. No entanto, não se considerava o quanto o projeto havia avançado de fato, dimensão avaliada apenas por quem executava o projeto e não pelo departamento contábil. No caso do projeto estar atrasado em relação ao planejado, esta diferença não era avaliada, mascarando a análise sobre o desempenho de custo do projeto.

Por outro lado, se:

- o projeto estivesse bastante adiantado em relação ao planejado;
- os custos reais estivessem menores do que o valor agregado do projeto;
- porém, os custos reais maiores do que o valor planejado para a data de referência;

A área contábil detectaria um estouro de orçamento já que a comparação estava atrelada apenas ao valor planejado.

A Variação de Prazo mostra o quanto o projeto está distante do planejado em relação à dimensão prazo.

As Variações de Custo e Prazo são expressas em valores monetários. Mesmo para o caso da dimensão de prazo, a comparação é realizada entre duas dimensões de valor monetário, o Valor Agregado contra o Valor Planejado. Esta unificação das dimensões envolvidas (custo, prazo e escopo) através do valor monetário de cada atividade e cada WP é que torna possível a utilização do EVM de forma multidimensional.

Variação Porcentual: A variação percentual de custo ou *Cost Variance Percentage* (CVP) é a divisão da Variação de Custo (CV) pelo Valor Agregado (EV):

$$CVP = \frac{CV}{EV}$$

A variação percentual de prazo ou *Schedule Variance Percentage* (SVP) é a divisão da Variação de Prazo (SV) pelo Valor Agregado (EV):

$$SVP = \frac{SV}{PV}$$

A vantagem de se trabalhar com percentuais é a facilidade de se comparar o desempenho de projetos de tamanhos diferentes.

Índices de Desempenho: Os índices de desempenho são valores percentuais de desempenho de projetos em relação a custo e prazo. Os índices (Índice de Desempenho de Custo ou *Cost Performance Index* (CPI) e Índice de Desempenho de Prazo ou *Schedule Performance Index* (SPI)) têm a mesma característica do CVP e SVP, ou seja, podem ser utilizados para comparação de qualquer projeto de qualquer tamanho ou especialidade. No entanto, os dois índices têm como referência o desempenho absoluto dos projetos e não as variações. O CPI é a razão entre o Valor Agregado e o Custo Real Atual:

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

Para qualquer projeto, o desejável é que o CPI seja igual a um (100%) ou maior. Isso representa que o gasto do projeto está igual ou abaixo do Valor Agregado. Projetos com CPI muito menores do que 1 (um) são projetos de baixo desempenho em custo.

De forma semelhante o SPI é a razão entre o Valor Agregado e o Valor Planejado:

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Para qualquer projeto, o desejável é que o SPI seja igual ou maior do que 1 (100%). Isso representa que o Valor Agregado do projeto está igual ou acima do planejado, além de constatar que o projeto está adiantado em relação ao prazo planejado. Projetos com SPI muito menores do que 1 (um) são projetos de baixo desempenho em prazo.

Os índices variam conforme o projeto avança. Os atrasos podem ser recuperados, os custos podem ser contingenciados e um projeto de mau desempenho pode evoluir para um de bom desempenho. Em contrapartida, um projeto de bom desempenho pode piorar conforme sua evolução. Por isso, é comum que os índices de desempenho sejam medidos periodicamente, assim como o acompanhamento do

projeto é realizado periodicamente. As medidas realizadas podem ser apresentadas em forma de gráfico (Figura 12).

Figura 12 – Índices de Desempenho de Custo (CPI) e Prazo (SPI)

Razão Crítica ou *Critical Ratio* (CR): A Razão Crítica ou *Critical Ratio* (CR) é o produto entre o CPI e o SPI.

$$CR = CPI \times SPI$$

O CR também é conhecido pelo Índice de Custo e Prazo ou *Cost Schedule Index* (CSI). Ele é utilizado como um indicador único de todo o projeto. Um projeto com CR igual a 1 (um) significa que o desempenho geral do projeto está conforme o previsto. Porém, o CR pode esconder o mal desempenho de uma dimensão dentro do bom desempenho de outra dimensão. Um exemplo disso seria o caso de um projeto muito atrasado que está, em compensação, gastando muito menos do que o previsto poderia ter um CR igual a 1 (um). Do ponto de vista teórico, isso seria aceitável, pois existe uma troca entre prazo e custo que poderia ser negociada. No entanto, na prática, projetos com CR igual a um, mas que apresentem desempenhos ruins em prazo ou custo tem poucas chances de serem aceitáveis.

3.1.5. Estimativas para o Fim do Projeto utilizando o EVM

A aplicação do EVM, além das ferramentas de avaliação de desempenho de projetos, também possibilita que o gerente do projeto utilize os dados para estimar o custo final e o prazo final do projeto.

Christle (1990) *apud* Flemming e Koppelman (2005) relatam o resumo do trabalho “A-12 Administrative Inquiry”, onde 700 projetos do Departamento de Defesa dos Estados Unidos foram avaliados desde 1977. Este estudo concluiu que, para projetos com pelo menos 15% de Valor Agregado do total previsto, o desempenho de custo e prazo medido neste instante (instante = 15% do prazo total) pode ser usado como um alerta antecipado de desempenho ao fim do projeto. Estimativas de custo e prazo ao fim do projeto podem ser realizadas utilizando o desempenho de custo e prazo neste instante. Estas estimativas alertam o gerente de projetos para a tomada de medidas de correção do andamento do projeto.

Gerentes de Projetos estão particularmente preocupados com decisões que afetem o futuro do projeto. Estimar custo e prazo do projeto baseado no desempenho atual do projeto é uma das vantagens da utilização do EVM. São várias as formas de estimar estes estouros utilizando os dados de desempenho passado do projeto (ANBARI, 2003).

Estimativa de Custo ao Fim do Projeto ou *Estimate Cost at Completion* (EAC):

O EAC tem várias formas de ser calculado, a depender das premissas assumidas. A forma mais comum (ANBARI, 2003; FLEMING; KOPPELMAN, 2005; PMI, 2004) utiliza o Valor Agregado (EV), o Custo Real Atual (AC) e o Custo Orçado do Projeto ou *Budget at Completion* (BAC). Neste caso mais usual, a premissa assumida é de que o desempenho passado do projeto não é um bom parâmetro para ser usado para extrapolação e previsão do EAC. Caso seja reconhecido que o projeto passou por dificuldades que não se espera para o futuro, esta premissa é válida. Por isso o EAC é calculado da seguinte forma (EAC₁):

$$EAC_1 = AC + BAC - EV$$

Por trás da fórmula está o raciocínio de que, a partir deste momento, o projeto andarà conforme o planejado. Como já houve um prejuízo irreversível no passado, a equação do EAC será composta pelo AC somado ao falta para completar o projeto, sendo que o que falta para completar o projeto é o Custo Orçado do Projeto subtraído do Valor Agregado até o momento.

A segunda forma de cálculo do EAC (ANBARI, 2003) considera que o desempenho obtido até o momento é realista e que o projeto continuará a desempenhar da mesma forma até o fim. O EAC (EAC_2) é calculado da seguinte forma:

$$EAC_2 = \frac{BAC}{CPI}$$

Em outras palavras, a estimativa é o custo orçado para o projeto dividido pelo desempenho de custo do projeto. Se o CPI for menor do que 1 (um) (projeto com baixo desempenho em custo), o EAC_2 será maior do que o BAC.

Estimativa de Prazo ao Fim do Projeto ou *Time Estimate at Completion* (TEAC):

De forma análoga à estimativa de custo ao fim do projeto, Anbari (2003) propõe estimativas de prazo ao fim do projeto. Ele define o parâmetro de Prazo ao Fim do Projeto ou *Schedule at Completion* (SAC), como o prazo final planejado do projeto, enquanto o prazo atual ou Actual Time (AT) é caracterizado como o prazo já consumido do projeto.

Assim como no EAC_1 , Anbari sugere para um projeto cujo desempenho passado não é um bom parâmetro para uso de extrapolação e previsão do TEAC, a equação $TEAC_1$:

$$TEAC_1 = AT + STRW$$

Onde STRW é o tempo previsto para a execução do trabalho restante do projeto.

Ainda fazendo a analogia com a estimativa de custo, o TEAC para um projeto que deve continuar desempenhando até o fim como foi o desempenho até este instante, o $TEAC_2$ é calculado pela seguinte fórmula:

$$TEAC_2 = \frac{SAC}{SPI}$$

Da mesma forma que no caso de estimativa de custo ao fim do projeto, um projeto com baixo desempenho de prazo ($SPI < 1$) apresentará uma estimativa de prazo ao fim do projeto maior do que o planejado inicialmente.

Outros modelos de estimativa de custo e prazo ao término de projetos estão disponíveis na literatura (ANBARI, 2003; FLEMING; KOPPELMAN, 2005), onde outras premissas são consideradas. No entanto, o que foi aqui apresentado é o básico do que foi consagrado no EVM.

3.1.6. Análise Crítica do Earned Value Management

O EVM se consagrou como ferramenta de acompanhamento e controle de projetos, onde passou de uma ferramenta de uso do governo americano para um padrão utilizado mundialmente. No entanto, o EVM possui limitações que podem iludir a análise até de profissionais experientes em gerenciamento de projetos.

Limitações na Avaliação de Escopo

O EVM, por essência, utiliza o escopo como forma de parametrizar o trabalho a ser realizado e medir o desempenho de custo e prazo dos projetos. No entanto, a realização do escopo é uma medida puramente quantitativa do trabalho completado (SOLOMON; YOUNG, 2007) sem levar em consideração aspectos de qualidade do produto final do projeto.

Pode haver, aqui, uma confusão em relação ao real sentido da dimensão “qualidade”. Esta confusão é oriunda das diversas definições existentes para o conceito de qualidade. Não há dúvidas que um trabalho executado fora da especificação não deve ser considerado para efeitos de cumprimento de uma etapa do projeto. Um trabalho mau feito deve ser desconsiderado e refeito. O resultado para efeitos de valor agregado é zero, e o Gerente do Projeto entende isso perfeitamente, eliminando qualquer tipo de contaminação da base de dados do EVM. No entanto, há que se considerar uma segunda definição do conceito de qualidade que não está limitada ao atendimento de especificações. Este conceito está ligado ao atendimento dos anseios do cliente, e transcende o ambiente interno do projeto. Esta definição da dimensão qualidade, que trata da qualidade do produto

final do projeto, é a questão central desta dissertação que será discutida nos capítulos a seguir.

Resumidamente, se o projeto está executando perfeitamente aquilo que está definido no escopo, mas, por desvios na definição do escopo ou desvios na execução do escopo, o projeto não vai entregar para o cliente aquilo que ele espera, de que vale executar o projeto? Para o EVM, no que diz respeito à tríade do gerenciamento de projetos – objetivo de prazo, objetivo de custo e objetivo técnico, este último é avaliado apenas quanto à sua quantidade, não quanto à sua qualidade de acordo com a definição de atender aos anseios do cliente. O EVM é baseado em execução quantitativa do escopo e é a partir daí que todos os cálculos de desempenho do projeto são realizados. Não há no EVM uma forma direta de avaliar se a execução do escopo tem relação, ou se mantém a relação, com o requisito do cliente final do projeto. Em outras palavras, o princípio do EVM trata apenas do “escopo do trabalho” de um projeto e não do requisito do produto final do projeto.

Em resumo, o EVM é um padrão que não tem foco específico em requisitos de produto e qualidade. Ele não trata do direcionamento necessário para medir o progresso em relação aos requisitos do cliente e esta é uma limitação do uso do EVM que é tratada neste trabalho.

3.1.7. A Evolução do EVM

A força da análise multidimensional de desempenho de projetos é reconhecida como uma poderosa ferramenta de análise e gestão a disposição de gerentes de projeto. O EVM se tornou o principal representante destas ferramentas no campo de gerenciamento de projetos. No entanto, é um consenso que a avaliação de desempenho de projetos é muito mais complexa do que a avaliação apenas pelas dimensões custo, prazo e realização do escopo utilizadas no EVM. A principal desvantagem do EVM é que dimensões como qualidade, projeto e tecnologia não são integradas (ROZENES; VITNER; SPRAGGETT, 2006). Uma ferramenta com maior abrangência de controle no projeto é objeto de estudos. Gerentes de projetos

precisam de mais do que as dimensões custo e prazo para avaliar o desempenho dos projetos.

Diversos autores se dedicaram ao estudo de formas diferentes de avaliação do desempenho de um projeto, tentando introduzir novas dimensões avaliadas que indicassem sucesso ou fracasso para projetos com as mais variadas particularidades.

Para alguns autores (HILLSON, 2004; ARAMVAREEKUL; SEIDER, 2006), a dimensão Risco do Projeto deve ser acompanhada como uma dimensão de avaliação de desempenho de projetos. Para tanto os autores exploram uma variação do EVM com o objetivo de medir o risco do projeto em um modelo multidimensional de avaliação de desempenho de projetos.

O artigo *“A Deliverable-Oriented EVM System Suited to a Large-Scale Project”*, de Bonnal, Jonghe e Ferguson (2006), apresenta adaptações realizadas no *Earned Value Method* para aplicação em projetos de grande escala. Os autores comentam a origem do estudo como a necessidade de se criar uma metodologia que funcionasse para o projeto do *Large Hadron Collider* na Suíça. Este projeto de grande porte, com diversas derivações de subprojetos e subcontratados, exigia uma customização do EVM para a aplicação em larga escala.

Bajaj, Kekre e Srinivasan (2004) apresentam no artigo *“Managing NPD: Cost and Schedule Performance in Design and Manufacturing”* a questão de como as variáveis OV (*Oversight* - acompanhamento próximo da gerencia), SP (Grau de Especialização da Equipe do Projeto) e CUSTINT (Interação com o Cliente) influenciam nos custos e prazos do desenvolvimento e industrialização de novos produtos. Mais do que isso, os autores também estudam como os Custos e Prazos da produção dos produtos são influenciados pelas variáveis em questão. Os autores defendem que há a necessidade de se considerar a entrada do produto em produção desde a etapa de concepção dentro do desenvolvimento de produto com a finalidade de se reduzir custos e prazos do ponto de vista global e não só durante a etapa de desenvolvimento de produto. Eles sugerem que custos e prazos da fase de industrialização do produto sejam definidos durante a fase de desenvolvimento de produto, e que, estas dimensões façam parte de um modelo de avaliação do

desempenho do projeto, pois são dimensões que determinam o sucesso ou fracasso do produto do projeto.

O artigo *“Project Performance: How to Assess the Early Stages”* de Vickie S. Parsons (2006), relata a experiência da NASA na necessidade de se avaliar projetos ainda em etapas bem preliminares (muito antes de se ter um *baseline* que possa ser utilizado como parâmetro para o EVM) antes de se aprovar o andamento do projeto em escala maior. A autora relata o método desenvolvido pelos pesquisadores da NASA, que compreende em uma avaliação independente de cada projeto em etapas cruciais de passagem de fase destes projetos. A avaliação independente é realizada por uma equipe que não está envolvida no projeto e o objetivo é o de levantar quais são os Requerimentos de Ações (*“Request for Actions”*) do projeto (ações pendentes do projeto). Os Requerimentos de Ações são avaliados quanto a sua criticidade e, a partir daí, calcula-se o desempenho global do projeto dentro deste estágio preliminar. Esta é a proposta da autora para projetos de alto grau de incerteza e que estão em estágios muito preliminares, onde a própria base do projeto ainda pode sofrer alterações significativas.

Um modelo de avaliação de projetos com quantas dimensões forem necessárias é a proposta apresentada por Rozenes, Vitner e Spraggett (2002). O artigo mostra a formulação para a inclusão de qualquer tipo de dimensão que um gerente de projetos possa identificar como sensível ao seu projeto. Trata-se de um modelo de avaliação multidimensional que parametriza todas as dimensões através da construção de uma WBS específica voltada para as dimensões em questão.

Por último, Paquin, Couillard e Ferrand (2000) publicaram o artigo *“Assessing and Controlling the Quality of a Project End Product: The Earned Quality Method”*. Assim como em outros artigos apresentados, os autores desenvolveram uma variação do EVM que provoca a incorporação da dimensão qualidade dentro do modelo de avaliação de desempenho de projetos. Para esta metodologia, eles deram o nome de Metodologia da Qualidade Agregada ou *“Earned Quality”*, uma referência ao *“Earned Value”*. De forma muito semelhante à Paquin, Couillard e Ferrand, Solomon e Young (2007) comentam sobre a mesma necessidade de se incorporar qualidade dentro da avaliação de desempenho de projetos em seu livro *“Performance-Based Earned Value”*. Eles propõem que a qualidade é incorporada no projeto através do atendimento aos requisitos do projeto e de uma metodologia de análise destes

requisitos que passa pela Engenharia de Requisitos. O livro resume os métodos que Solomon desenvolveu e utilizou durante projetos de desenvolvimento de produtos militares na Northrop Grumman.

3.2. Monitoramento da Qualidade em Projetos

A busca por uma definição universal para qualidade não tem caminhado para uma conclusão consistente. Qualidade continua sendo um termo facilmente mal entendido (GARVIN, 1992). Existem várias definições de qualidade, cada uma com sua força e sua fraqueza. Gerentes e pesquisadores devem examinar as forças e fraquezas de cada definição antes de adotar uma que guie seu trabalho (REEVES; BEDNAR, 1994). Várias são as definições possíveis de qualidade. Alguns autores dedicaram algum trabalho para compilar suas várias definições (REEVES, BEDNAR, 1994; GARVIN, 1992). No universo de gerenciamento há uma grande confusão sobre três assuntos relacionados à qualidade, os quais serão discutidos a seguir.

Qualidade do Gerenciamento do Projeto: A qualidade do “Gerenciamento do Projeto”, como o próprio nome diz, está relacionada com o gerenciamento e não com o produto do projeto. Ela envolve o gerenciamento da qualidade, políticas e planos além de ferramentas tais como Diagramas de causa e efeito, gráficos de controle, diagrama de pareto, amostragem estatística, etc. Na verdade, esta não é uma definição de qualidade e sim de ferramentas e da gestão da qualidade. Ainda que elas possam ser utilizadas dentro do processo de gerenciamento de projetos, elas não definem a qualidade em si, porém quando se fala de qualidade em projetos este é um dos modelos que se tem em mente.

Conformidade com as Especificações: esta definição, segundo Garvin (1992), é baseada na produção. A definição é de que “qualidade é o grau em que um produto específico está de acordo com um projeto ou especificação” (GILMORE, 1974). Esta definição de qualidade está muito mais próxima daquela qualidade da execução do projeto, que diz respeito à execução conforme descrito no projeto (projeto aqui como tradução de “design”), ao atendimento de normas, padrões, especificações e etc durante a implementação do projeto. Ou seja, está relacionada com a definição de

“Conformidade com a Especificação”. A força desta definição está na forma apropriada e fácil de medir seu atendimento. No entanto, a maioria dos clientes não sabe ou não se importa com quão aderente um produto é à sua especificação (REEVES; BEDNAR, 1994). Esta definição é muito mais aplicável internamente à equipe que executa o projeto do que externamente ao cliente. Neste caso, estabelecer especificações depende da habilidade do gerente do projeto em identificar as necessidades do cliente (REEVES; BEDNAR, 1994).

Atender ou Superar as Expectativas do Cliente: esta definição, segundo Garvin (1992), é baseada no usuário. A definição é de que “Qualidade é adequação ao uso....o grau com o qual um produto satisfaz os desejos do cliente” (JURAN, 1974), “qualidade consiste na capacidade de satisfazer desejos” (EDWARDS, 1968), ou ainda a definição descrita por Reeves e Bednar (1994) a partir de Zeinhaml, Gale, e Gronroos, em que a qualidade é definida como “a extensão com a qual um produto ou serviço atende ou supera as expectativas do cliente”. A força desta definição da qualidade está no foco em atender ou superar as expectativas do cliente e, no que diz respeito a projetos, está relacionada com a qualidade do Produto Final do Projeto. Em outras palavras, entregar para o cliente o produto final do projeto que faça aquilo que o cliente esperava que ele fizesse (ou até mais).

Para diferenciar a qualidade do “Produto final do projeto” da qualidade da “execução do projeto”, a segunda está relacionada com fazer corretamente aquilo que foi especificado, enquanto a primeira está relacionada com especificar corretamente o que deve ser feito para atender o requisito do cliente.

Segundo Shenhar, Levy e Dvir (1997) atender às especificações não é o suficiente. A definição pobre de um projeto e a fraca articulação dos requisitos do produto podem resultar em clientes insatisfeitos mesmo que as especificações do projeto sejam totalmente atendidas. A tradicional premissa é que se a especificação técnica for corretamente atendida, deixará o cliente satisfeito. Na verdade, este não é sempre o caso. Muitos projetos falham, mesmo quando “bem” executados, por não atenderem às expectativas do cliente. Isso ocorre quando a definição das especificações falha em trazer para o projeto a correta expectativa que o cliente tem para o produto do projeto. Assim, o projeto é precisamente executado em cima de uma especificação errada, o que leva a um cliente tão insatisfeito quanto no caso de um projeto mau executado. Gerentes de Projetos devem estar sintonizados aos

requisitos do cliente e às suas necessidades. Consequentemente, gerentes de projetos devem agir assertivamente para corrigir a diferença entre o desempenho percebido do projeto e a presente necessidade do cliente.

Estas três aplicações do conceito de qualidade são distintas (uma delas nem deveria ser considerada definição de qualidade), porém se misturam nos modelos formados nas mentes dos especialistas tanto de projetos como de qualidade. A confusão, talvez, venha do próprio PMBOK (PMI, 2004), que menciona explicitamente que “O gerenciamento da qualidade do projeto deve abordar o gerenciamento do projeto e do produto do projeto”. O PMBOK reconhece que os assuntos devem ser trabalhados de forma separada, no entanto, o Capítulo 8 do PMBOK - Gerenciamento de Qualidade do Projeto trata da qualidade de uma única forma.

Para este trabalho, a definição de qualidade aplicável é a de atender às expectativas do cliente dentro das características incorporadas no produto final do projeto. A Qualidade do Produto Final do Projeto está relacionada em atender os requisitos do cliente final do projeto.

É para atender os requisitos do cliente que o projeto existe e é por não atender a estes requisitos que muitos projetos falham. Sauer e Cuthbertson (2003) citados por Fleming e Koppelman (2005) investigaram 565 projetos de TI na Inglaterra para avaliar o grau de sucesso dos projetos. Segundo a pesquisa, 5% dos projetos foram abandonados antes ou durante a implementação e 55% deles tiveram sucesso em atingir o objetivo de custo. No entanto, apenas 56% dos projetos conseguiram entregar entre 90 e 99% da especificação de requisitos definida antes do início dos projetos, considerado um sucesso de atendimento ao objetivo técnico. Do restante, 20% dos projetos entregaram menos de 80% daquilo que estava acordado na especificação de requisitos. A pergunta que se faz é: do que adianta ter sucesso no objetivo de prazo e no objetivo de custo, e até ter sucesso em executar o escopo, se o que o cliente queria não foi o que foi entregue?

Adotar a definição de qualidade de atender ou superar as expectativas do cliente abre espaço para que fatores subjetivos, críticos no que diz respeito ao julgamento dos clientes, sejam considerados, porém tornam a tarefa de quantificar a qualidade bastante difícil (REEVES; BEDNAR, 1994). Determinar e medir a expectativa do cliente é uma tarefa complexa. Neste campo outra ferramenta da qualidade foi

desenvolvida para transformar a “voz do cliente” em requisitos técnicos que possam servir de base para o desenvolvimento dos projetos. Esta ferramenta ficou conhecida como Desdobramento da Função Qualidade ou *Quality Function Deployment* (QFD) (AKAO, 1990).

O QFD foi introduzido na indústria japonesa por Yoji Akao em 1966, com a proposta de ser utilizado como uma ferramenta de desenvolvimento de produto e com a finalidade de traduzir requisitos de clientes em uma linguagem de engenharia que pudesse ser utilizada dentro das indústrias para projetar novos produtos. Em outras palavras, ele é um método para projetar produtos com o objetivo de satisfazer consumidores e para traduzir as demandas dos consumidores em objetivos de projeto de produtos (AKAO, 1990).

Enquanto no Japão o QFD era colocado em prática, o ocidente passava pelo desenvolvimento da Engenharia de Sistemas, e dentro desta disciplina, uma ferramenta com características parecidas com o QFD era desenvolvida. Trata-se da Engenharia de Requisitos, uma ferramenta desenvolvida para a definição estruturada de requisitos dentro do universo da Engenharia de Sistemas. A Engenharia de Requisitos trás a este trabalho alguns conceitos complementares ao QFD que são de fundamental importância para a montagem da metodologia que será explorada neste trabalho adiante.

3.2.1. Desdobramento da Função Qualidade (QFD)

Inicialmente o QFD teve uma abordagem reativa, buscando soluções para problemas de produtos que retornavam devido às reclamações dos clientes, no entanto, após algum tempo, a experiência foi levada para estágios iniciais do desenvolvimento de novos produtos.

A metodologia introduzida pelo QFD abrange a tradução de requisitos de clientes em todos os níveis necessários para se obter o produto final. Ou seja, numa metodologia que desenvolve o processo passo a passo, o QFD faz a tradução dos requisitos do cliente para os requisitos técnicos de desenvolvimento de produto, seguido dos requisitos técnicos do produto para os requisitos de componentes,,

requisitos de processo fabril, estabelecendo critérios de qualidade para o produto, para os componentes, etc.

A contribuição do QFD para este trabalho está no seu poder de tradução dos requisitos do cliente em requisitos técnicos do produto final do projeto o que é extremamente valioso para o monitoramento da qualidade do produto final do projeto durante o ciclo de vida do projeto. Não serão explorados os outros desdobramentos pertencentes às técnicas descritas no QFD, limitando o trabalho à contribuição obtida da 1ª matriz do QFD ou Casa da Qualidade.

A Casa da Qualidade (*House of Quality* - HOQ) – Adaptado de Sireli, Kauffmann e Ozan (2007)

O elemento central do QFD é a casa da qualidade (ou *House of Quality*) ilustrada na Figura 13.

Ela é formada por dois mundos interligados por uma relação de causa-efeito. Os dois mundos se referem ao Mundo do Cliente e ao da Tecnologia. O mundo do cliente é representado pela tabela de desdobramento da Qualidade Exigida, que lista os requisitos do cliente (RC), ou “o que”, que representa o que o cliente deseja ter atendido em certo produto na primeira coluna ao lado esquerdo da HOQ. Enquanto o Mundo da Tecnologia é representado pelos requisitos técnicos (RT), representado pela Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade e Qualidade Projetada (CHENG; MELO FILHO, 2007) e que representa como o produto pode ser desenvolvido tecnicamente para atender os requisitos do cliente.

A cada requisito do cliente é definido um grau de importância ou valor relativo de importância do requisito do cliente (w_i), usualmente obtido através de pesquisas e entrevistas com os clientes.

Figura 13 – Casa da Qualidade (*House of Quality*).

O “telhado” da HOQ representa as correlações que existem entre os requisitos técnicos (RT) (positivas, quando há benefício de um requisito quando o outro é atendido, ou negativas quando há um prejuízo de um requisito quando outro é atendido).

O lado direito da HOQ apresenta uma avaliação comparativa com os competidores alternativos do produto em questão, enquanto o setor inferior da HOQ representa os pesos que são dados aos RTs (importância dos RTs em atender os RCs).

A matriz de relacionamento cruza os dados definindo a influência dos RTs em atender os RCs, ou seja, esta matriz detalha a força e o relacionamento que existe entre os RTs e RCs.

Os valores absolutos (ou importância absoluta – IA) e relativos (importância relativa – IR) de pesos dos RTs no QFD são obtidos a partir das seguintes fórmulas:

$$IA_j = \sum_{i=1}^m w_i R_{ij}$$

Onde:

IA_j = Importância Absoluta do requisito técnico “j”

W_i = Valor relativo de importância do Requisito do Cliente

R_{ij} = relação entre RC e RT

i = número de RCs

j = número de RTs

$$IR_j = \frac{IA_j}{\sum_{j=1}^n IA_j}$$

Onde:

IR_j = Importância Relativa do requisito Técnico “j”

A HOQ é a ferramenta pela qual os requisitos do cliente, na forma como o cliente enxerga (“voz do cliente”), são traduzidos para a linguagem técnica para a definição de como deve ser projetado o produto.

Em alguns casos o cliente entrega a lista com a informação de quais requisitos o projeto deve cumprir. Isso é bastante usual quando o cliente é “técnico” e sabe exatamente o requisito que ele quer que o produto do projeto cumpra (exemplo: projetos desenvolvidos para as forças armadas). Para outros casos, o cliente do projeto é um nicho de mercado que precisa ter suas demandas identificadas. Por isso, o QFD pode ter um forte vínculo com a área de “*marketing*” do produto, pois exige que a informação do que o mercado demanda seja levantada, estudada, analisada antes de se definir o que vai fazer parte ou não da lista de requisitos do produto do projeto.

Um dos desafios significativos da implantação do QFD é a dificuldade em se obter, entender e organizar os requisitos do cliente. Os dados dos requisitos do cliente são a chave para o início da aplicação do QFD. Se a obtenção destes dados for incompleta ou imprecisa, o resultado do QFD será igualmente deficiente. É fato (CRISTIANO *et al*, 2001) que esta é uma das causas de falha na aplicação do QFD. “Captar os atributos que influenciam a percepção do consumidor para a qualidade do produto deve ser uma tarefa de monitoramento contínuo, não só pela dinâmica natural de evolução desta percepção ao longo do tempo, mas também pela melhoria de padrões de desempenho da concorrência que acabam por influenciar os níveis de desempenho demandados pelo consumidor” (CARVALHO, 2001). Uma forma de se obter de forma organizada e completa as informações dos requisitos do cliente é através da aplicação do modelo de Kano de satisfação do cliente (KANO *et al*, 1984), que auxilia na obtenção dos requisitos dos clientes e como estes requisitos são vistos pelos clientes. Ou seja, o modelo de Kano, além de ser uma ferramenta para obtenção dos requisitos dos clientes, também auxilia na classificação dos requisitos entre os que são mandatórios, os que são desejáveis e, principalmente, quais os que encantam os clientes caso eles sejam atendidos no produto final do projeto. É o atendimento destes últimos requisitos que faz com que um produto supere as expectativas do cliente. A integração do modelo de Kano com o QFD é bastante lógica e bastante explorada na literatura recente (GOVERS, 1996; MATZLER; HINTERHUBER, 1998; SIRELI; KAUFFMANN; OZAN, 2007; TAN; SHEN, 2000; TONTINI; 2003). De fato, a utilização das duas ferramentas de forma integrada potencializa o resultado e traduz eficazmente a “voz do cliente” em requisitos técnicos que possam ser utilizados e monitorados durante o desenvolvimento do projeto.

3.2.2. Engenharia de Sistemas e Engenharia de Requisitos

A Engenharia de Requisitos é uma disciplina pertencente à área de conhecimento da Engenharia de Sistemas e que tem por objetivo capturar, analisar, validar e refinar requisitos para o desenvolvimento de um sistema através da aplicação de métodos e ferramentas que procuram identificar, desdobrar e controlar requisitos.

Algumas instituições editaram normas de aplicação de Engenharia de Sistemas contendo diretrizes para a Engenharia de Requisitos tais como EIA-632 (ANSI 1998) e IEEE STD 1220-2005 (IEEE, 2005).

Requisitos são atributos necessários de um sistema, uma declaração que identifica a capacidade, característica ou fator de qualidade de um sistema, de forma que este sistema tenha valor e utilidade para o cliente ou usuário (YOUNG, 2003).

De forma resumida, a Engenharia de Requisitos é dividida em três etapas: Levantamento de Requisitos, Análise de Requisitos e Controle dos Requisitos. Para cada uma das etapas, ferramentas e métodos foram desenvolvidos para o gerenciamento adequado dos requisitos de um sistema em desenvolvimento.

Existem vários tipos de requisitos: requisitos de negócios, requisitos de alto-nível, requisitos funcionais, requisitos de desempenho, requisitos de interface, requisitos de verificação e validação, etc.

Os requisitos de alto-nível são chamados assim por definirem a visão do cliente. Eles possibilitam a definição do escopo de um sistema e a estimativa de custos e prazos necessários para o desenvolvimento do sistema. São, por este motivo, os requisitos de maior importância para o desenvolvimento de um novo sistema, já que eles precedem a existência do próprio escopo do projeto.

A Especificação de Requisitos contém a lista de requisitos de alto nível que o cliente pretende ver atendida em seu sistema, após a conclusão do projeto do sistema. Estes requisitos, ainda que técnicos, podem estar muito longe de serem utilizados como requisitos de engenharia. Por isso, a etapa de análise dos requisitos é necessária, transformando requisitos de alto nível em requisitos de baixo nível, que expressam as necessidades que cada componente (parte) do sistema tem que cumprir para que o sistema como um todo atenda à necessidade especificada no requisito de alto nível.

Quando requisitos de alto nível são migrados para requisitos de componentes com pouca ou nenhuma modificação ele é chamado de requisito transferido (*flowdown requirement*). No entanto, quando um requisito de componente é completamente novo, o requisito de componente é chamado de requisito derivado.

Requisitos tratados através dos métodos definidos pela engenharia de requisitos possuem características que auxiliam na aplicação dos métodos e são importantes para desdobramentos deste trabalho. Tais características são apresentadas a seguir:

- **Rastreabilidade:** Há sempre uma relação entre requisitos de alto nível e requisitos de baixo nível. É comum realizar verificações de requisitos em níveis mais baixos (requisitos de baixo nível). A rastreabilidade é importante, pois ao se verificar e validar requisitos de baixo nível é possível identificar o atendimento dos requisitos de alto nível.
- **Evolução:** Todo o requisito, entre o início de um projeto e o fim, passa por um processo de evolução do seu status. O status pode mudar de acordo com o nível de detalhe que se queira obter. Um exemplo destes níveis pode se: requisito definido, requisito aprovado, requisito alocado, requisito projetado, requisito implementado, requisito testado e requisito verificado. Esta evolução descreve o ciclo de vida do requisito dentro do projeto e, para um projeto “sadio”, há uma relação entre o ciclo de vida do projeto e o ciclo de vida do requisito.
- **Alocação:** De acordo com a metodologia de Engenharia de Requisitos, todo requisito deve ser alocado a um subsistema ou componente. Se um requisito for derivado para mais de um componente, uma regra deve ser criada para se definir quanto de cada componente contribui para atender ao requisito. Não havendo requisito que não seja alocado, é garantida a relação de requisito e um item “físico”.

O controle dos requisitos começa com a definição da base de requisitos, escritos e formalizados através da Especificação de Requisitos. Como os requisitos precedem a definição do escopo do projeto e, portanto, também precedem as estimativas de custo e prazo para a realização dos projetos, é fácil entender que mudanças nas bases de requisitos trazem impactos, as vezes severos, para o escopo dos projetos e por consequência, trazem impactos de custo e prazo. O resumo desta relação de precedência entre requisitos, escopo, custo e prazo está descrito através da Figura 14.

Figura 14 – Relação de precedência requisito-escopo-custo-prazo

Por este motivo, a relação da engenharia de requisitos com o gerenciamento do projeto é muito próxima e controlar mudanças na base de requisitos é crítico para o gerenciamento de projetos. A mudança na base de requisitos deve vir acompanhada de mudanças na base do escopo, prazo e custo.

Também é através do controle de requisitos que duas variáveis são controladas. A primeira delas retrata o acompanhamento do status de cada requisito, rastreando assim, durante o ciclo do projeto, como cada requisito evolui em comparação com o previsto. A segunda se traduz através da construção da matriz de verificação de requisitos (ou “*compliance matrix*”), como cada requisito pretende ser demonstrado e define o critério de “passa/não passa” de cada requisito (critério de aceite ou rejeição) que o produto final deve apresentar para evidenciar o cumprimento do requisito. Especialmente em projetos contratados baseados em desempenho de requisitos, esta matriz se torna extremamente relevante e contratualmente importante.

A *compliance matrix* é uma forma de apresentação através de uma lista estruturada de requisitos que objetiva facilitar o entendimento de como os requisitos são tratados dentro do projeto (Tabela 1). Por apresentar, de forma clara e resumida, como cada requisito deve ser demonstrado, a *compliance matrix* pode ser utilizada como documento contratual. Além disso, ela tem características que a qualificam como ferramenta de controle do status dos requisitos e como base para análise de riscos técnicos associados aos requisitos.

Compliance Matrix - Projeto A

No Id. Requisito	Descrição	Forma de Demonstração	Critério de Aprovação	Documento de Registro da Demonstração	Risco Associado ao Não Atendimento do Requisito	Status	Atendimento
Requisito 1	Descrição requisito 1	Análise	Critério 1	Relatório 1	Risco 1	Testado	50%
Requisito 2	Descrição requisito 2	Teste em Laboratório	Critério 2	Relatório 2	Risco 2	Implement	100%
Requisito 3	Descrição requisito 3	Teste em protótipo	Critério 3	Relatório 3	Risco 3	Projetado	100%
Requisito 4	Descrição requisito 4	Descrição de Sistema	Critério 4	Relatório 4	Risco 4	Alocado	100%
Requisito 5	Descrição requisito 5	Análise de confiabilidade	Critério 5	Relatório 5	Risco 5	Alocado	100%

Tabela 1 – Exemplo de *Compliance Matrix*

Se trabalhado em conjunto com o gerenciamento do projeto, a engenharia de requisitos passa a ter um valor importante para o gerenciamento do projeto. A influência que a engenharia de requisitos tem sobre a definição do escopo e do WBS do projeto é fundamental para o que será discutido adiante neste trabalho sobre a avaliação do desempenho do projeto, tomando os requisitos como base e não o escopo como tradicionalmente é utilizado através do EVM.

WBS Segundo a Engenharia de Sistemas

Outra contribuição importante da Engenharia de Sistemas para este trabalho é a diretriz que é dada para a elaboração da WBS. Para a engenharia de sistemas, a construção da WBS deve seguir algumas regras. A diretriz é que a WBS deve ser montada com base na decomposição de sistemas e produtos. Com isso a WBS torna-se um modelo esquemático da arquitetura física do produto (Figura 15). A WBS é utilizada para apresentar o sistema como uma árvore orientada ao produto, composta de *hardware*, *software*, serviços, dados e infra-estrutura necessária para se desenvolver e operar o sistema. Desta forma, a WBS é dividida em duas partes. A primeira está voltada para o produto final e é usualmente representada pela arquitetura física do produto. A segunda parte é voltada para possibilitar o desenvolvimento e operação do produto incluindo serviços, equipamentos de suporte ao produto, manuais de operação e manutenção, etc (DEFENSE SYSTEMS MANAGEMENT COLLEGE, 1999).

Figura 15 – WBS segundo Engenharia de Sistemas (Azul = Sistema; Rosa = Apoio)

Um modelo de referência para análise de desempenho de projetos que integra as dimensões Custo, Prazo e Qualidade é apresentado no Capítulo 4. O modelo é derivado do EVM, onde as dimensões de custo e prazo já estão integradas, e utiliza a definição de qualidade apresentada, assim como o QFD e as ferramentas da engenharia de sistemas/engenharia de requisitos, para integrar a dimensão qualidade a um único modelo.

4. MODELO INTEGRATIVO DE REFERÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PROJETOS COMPLEXOS

Este capítulo apresenta a elaboração do modelo de referência que é construído a partir da teoria explorada nesta dissertação no Capítulo 3. Este modelo será descrito em detalhes suficientes para sua aplicação na pesquisa de campo. Ele parte dos campos de conhecimento de Gestão de Projetos e avaliação de desempenho de projetos e aglutina técnicas e ferramentas descritas nos campos de Qualidade e Engenharia de Sistemas.

Assim como um dia as avaliações de desempenho das dimensões custo e prazo de um projeto eram realizadas isoladamente e posteriormente foram integradas com a criação do EVM, hoje a dimensão qualidade é tratada isoladamente das de custo e prazo. Uma proposta semelhante ao EVM que integrou custo e prazo é apresentada para a integração das três dimensões (custo, prazo e qualidade). O modelo multidimensional de avaliação de desempenho de projetos considerando de forma integrada as dimensões Custo, Prazo e Qualidade do Produto do Projeto é descrito em duas publicações (PAQUIN; COUILLARD; FERRAND, 2000; SOLOMON; YOUNG, 2007). As duas publicações detalharam este modelo com algumas particularidades entre elas. As duas, no entanto, buscam soluções através de variações do EVM e conseguem chegar ao mesmo resultado. Os nomes dados ao modelo são: o Método da Qualidade Agregada ou *Earned Quality Method* (EQM) (PAQUIN; COUILLARD; FERRAND, 2000) e Valor Agregado Baseado em Desempenho ou *Performance-Based Earned Value* (PBEV) (SOLOMON; YOUNG, 2007). Neste trabalho os desenvolvimentos das duas publicações são aglutinados e os detalhes de desenvolvimento do modelo são explorados através da integração do QFD com o EVM e da adoção de um planejamento de projetos que utilize uma WBS e um sistema de alocação de requisitos de acordo com as definições descritas na Engenharia de Sistemas. A este modelo integrado de avaliação de desempenho é dado o nome de Modelo Multidimensional de Desempenho de Projetos ou *Multidimensional Project Performance Model* (MPPM). Este modelo destina-se à avaliação de desempenho de projetos complexos cuja necessidade de monitoramento de atendimento de vários requisitos do cliente exigem um processo

formal e integrado das dimensões custo, prazo e qualidade do produto final do projeto.

O princípio do modelo é a integração da dimensão qualidade no modelo multidimensional já existente no EVM. Novamente, a definição de Qualidade em questão é a “qualidade do Produto Final do Projeto”, relacionada com atender os requisitos do cliente final do projeto. Em outras palavras, entregar para o cliente o produto do projeto que faça aquilo que o cliente esperava que ele fizesse. A aplicação do método requer a realização das seguintes etapas (Figura 16) :

- Etapa 1 – Levantamento dos requisitos do cliente para o produto final do projeto e transformação destes requisitos para a linguagem técnica. A aplicação do QFD nesta etapa é totalmente justificada;
- Etapa 2 – Construção da WBS do projeto, seguindo princípios de engenharia de sistemas e alocando os requisitos levantados na etapa anterior aos WPs seguindo os métodos descritos na engenharia de requisitos;
- Etapa 3 – Construção do planejamento e realização do acompanhamento do projeto com moldes semelhantes ao EVM, porém, agregando os dados de desempenho dos requisitos do produto final do projeto ao plano e ao acompanhamento (MPPM);

Figura 16 – Construção do MPPM

A avaliação integrada de desempenho de projetos com introdução da dimensão qualidade tem como objetivo avaliar o desempenho do projeto durante o seu ciclo de vida tomando como base o atendimento dos requisitos do produto final do projeto definidos pelo cliente do projeto.

Como descrito no Capítulo 3.2.2 “Engenharia de Sistemas e Engenharia de Requisitos”, os requisitos do produto final do projeto são a base para a definição do escopo do projeto. No entanto, o MPPM tem a flexibilidade de avaliar uma variação no cumprimento dos requisitos durante o ciclo de vida do projeto. Entre a identificação do requisito e sua implementação no produto final do projeto, um requisito passa por uma evolução semelhante ao ciclo de vida do próprio projeto. O requisito pode passar por vários estágios representados pelo status do requisito tais como requisito definido, requisito aprovado, requisito alocado, requisito projetado, requisito implementado, requisito testado e requisito verificado. Durante o ciclo de vida do projeto é comum identificar que alguns requisitos que eram cumpridos numa fase anterior não estão sendo cumpridos numa fase posterior. Caso um trabalho de contingenciamento seja realizado a tempo, numa 3ª fase, o requisito pode voltar a ser atendido dando à dimensão qualidade uma característica variável. Por isso, a tradução correta de um requisito para o escopo do projeto não garante que este requisito chegará ao fim do projeto “ileso”. Para garantir que este requisito será totalmente cumprido pelo produto final do projeto, é importante que a avaliação de desempenho do projeto considere a dimensão qualidade do produto final do projeto. Esta avaliação deve ser realizada sistematicamente durante todo o ciclo de vida do projeto, funcionando como um alerta antecipado para possíveis problemas que apareçam na dimensão qualidade do produto final do projeto. O MPPM integra a variação da dimensão qualidade dentro do modelo de avaliação da variação das dimensões custo e prazo consagradas no EVM.

4.1. Planejando para o MPPM

O princípio para o MPPM é de que a Qualidade do Produto do Projeto é uma dimensão mensurável e que é incorporada aos produtos do projeto progressivamente, durante todo o ciclo de vida do projeto (PAQUIN; COUILLARD; FERRAND, 2000).

Em comparação com o planejamento realizado para o EVM, para o MPPM a base de planejamento do projeto não começa com o escopo do projeto, mas sim com os requisitos do cliente para o produto final do projeto (SOLOMON; YOUNG, 2007) (Figura 17). Este é o mesmo princípio descrito na Engenharia de Requisitos onde requisitos de alto-nível definem a visão do cliente sobre o produto final do projeto e são utilizados para a definição do escopo, prazo e custo do projeto.

Os requisitos são analisados e o escopo do projeto é definido a partir deles. A engenharia de requisitos auxilia na construção da relação entre os requisitos e o escopo conforme será ilustrado adiante. Uma vez definido o escopo, a base para se planejar custo e prazo do projeto segue o mesmo método tradicional descrito na literatura (PMI, 2004; FLEMING; KOPPELMAN, 2005; ANBARI, 2003).

Seqüência do Planejamento de Projeto Tradicional

Seqüência do Planejamento de Projeto de acordo com o MPPM

Figura 17 – Seqüência de planejamento tradicional e planejamento de acordo com o MPPM

WBS - Escopo x Requisitos

Outra diferença entre o planejamento tradicional de projeto e o planejamento voltado para a aplicação do MPPM está na definição da WBS. Há a possibilidade de se construir uma estrutura de “tradução” entre a WBS e os requisitos do cliente, definida por Paquin, Couillard e Ferrand (2000) por “*Quality Breakdown Structure*” (QBS) ou, como é adotado neste trabalho (SOLOMON; YOUNG, 2007), a WBS é construída utilizando técnicas da engenharia de requisitos/engenharia de sistemas o que torna possível o planejamento integrado voltado para o MPPM. Para isso a WBS é montada com foco no sistema, que neste caso define o produto do projeto, e desdobrada em subsistemas, ou componentes, partes do produto do projeto ou ainda subprodutos do projeto.

Alguém pode se perguntar: e as atividades que fazem parte do escopo, mas que não estão definidas como parte do produto final do projeto? Como é que elas são definidas no WBS?

Esta pergunta pode instigar outra: mas não deve haver uma relação direta entre o escopo e os requisitos do projeto?

Apesar da grande relação que existe entre escopo e requisitos, o escopo do projeto deve considerar tudo o que for necessário para se executar o projeto e, ao final, dispor do produto final do projeto para entregar ao cliente. Por este motivo, há uma série de atividades que fazem parte do escopo, mas que não são requisitos, ou que nunca fizeram parte daquilo que o cliente quer como produto ao fim do projeto. Por exemplo, ao se desenvolver um produto, é comum utilizar-se de protótipos para testes de campo ou laboratório. A construção de protótipos e a própria realização dos testes costuma consumir um volume substancial de recursos, além de constituírem partes fundamentais do desenvolvimento de produto. Tanto a construção dos protótipos quanto a dos laboratórios de testes fazem parte indiscutível do escopo do projeto. Eles são meios indispensáveis para se atender aos requisitos do produto final do projeto, mas para o cliente, salvo clientes técnicos que costumam acompanhar o desenvolvimento de produtos de forma ativa, a construção ou não de laboratórios e protótipos nunca fez parte dos seus requisitos. Portanto, a construção de protótipos e laboratórios faz parte do escopo, mas não faz parte dos requisitos do produto do projeto.

Desta forma, ao se construir uma WBS voltada para o sistema ou produto final do projeto seguindo a orientação do MPPM casos como o de construção de protótipos e laboratórios ficam “perdidos”. Isso não quer dizer que eles devem ser esquecidos, pelo contrário, o WBS deve considerar que estas partes do escopo existem, mas para o MPPM é importante que elas sejam tratadas em estruturas separadas. Portanto, a WBS é estruturada através de uma orientação a sistemas e subsistemas do produto final do projeto (atividades fim), enquanto uma outra parte fica com as atividades meio para se completar o projeto. Posteriormente os WPs voltados às atividades meio serão “rateados” em atividades fim utilizando critérios pré-determinados para isso.

Custo e Prazo

O planejamento de custo e prazo é realizado da mesma forma que no planejamento tradicional de projetos descrito no Capítulo 3.2.1. No entanto, como toda a WBS está montada orientada por subsistemas do projeto, todos os custos e prazos representarão o esforço necessário para concretizar cada um dos subsistemas que cada WP representa. Desta forma, uma relação de custos e prazos do projeto com cada um dos subsistemas é montada.

Alocação de Requisitos por WBS

Após a transformação de requisitos do cliente em requisitos de engenharia, e seguindo a metodologia definida pela Engenharia de Requisitos (YOUNG, 2003; SOLOMON; YOUNG, 2007) cada requisito de engenharia deve ser desdobrado em requisitos de subsistemas ou componentes. A rastreabilidade (vínculo) entre os requisitos de alto-nível e de baixo-nível deve ser mantida. Ao final do processo, todos os requisitos de engenharia, desdobrados para subsistemas como requisitos derivados ou simplesmente transferidos diretamente para subsistemas como requisitos transferidos, devem ter sido alocados em seus subsistemas. A falta de alocação de algum requisito significa que algo está faltando. Utilizando o vínculo entre o requisito de alto-nível e os de subsistemas, é possível visualizar como cada requisito de alto nível foi alocado aos subsistemas (Figura 18).

Figura 18 – Alocação de Requisitos aos Subsistemas

Como tanto a WBS quanto os requisitos estão orientados aos subsistemas, é possível relacionar cada WP com os requisitos que serão atendidos por aquele subsistema (Figura 19). Atividades do projeto que não estão atreladas aos subsistemas não devem ter requisitos atrelados a elas.

Figura 19 – Relacionamento de WP com Requisitos

Quando mais de um requisito é alocado a um subsistema, torna-se necessário estabelecer um critério de peso para cada requisito, de forma que a soma de todos os requisitos de um subsistema seja igual a 100%. Na ilustração foi considerada uma alocação proporcional de cada requisito no subsistema com pesos iguais (Figura 20), mas estes pesos podem vir, por exemplo, da tabela de Desdobramento de Características da Qualidade, elaborada a partir da aplicação do QFD realizado previamente.

Figura 20 – Peso de Requisitos por Subsistema

Para cada WP existe um custo estimado para executá-lo (Figura 21). Para os WPs de “outras atividades”, que não representam um subsistema do produto do projeto, deve-se definir um critério de rateio dos custos para os subsistemas do produto do projeto. Assim, os custos estimados para a execução de WPs que não possuem requisitos alocados a eles, passam a ser alocados indiretamente em WPs que possuem requisitos alocados. Para a ilustração o critério de rateio foi considerado proporcional ao valor do WP de Subsistemas (Figura 22).

Figura 21 – Alocação de Custos nos WPs

Figura 22 – Rateio dos custos de “Outras Atividades” não relacionadas aos sistemas

Como cada WP tem um custo e prazo atrelados a ele, é possível identificar, para um dado projeto, qual o esforço necessário para se atender os requisitos alocados a um dado subsistema/WP (Figura 23). Tanto os custos diretos quanto os custos indiretos são relacionados aos requisitos necessários para atender o desejo do cliente, formando uma base que será posteriormente utilizada para comparação e avaliação do desempenho do projeto.

Figura 23 – Esforço necessário para atender cada requisito

4.1.1. Acompanhamento do Projeto Conforme o MPPM

Assim como no EVM, o MPPM usa como base um valor planejado (PV). Paquin, Couillard e Ferrand (2000) também descrevem de forma mais complexa e analogamente à antiga nomenclatura utilizada para o cálculo do EVM, se existe um Custo Orçado do Trabalho Planejado, ou *Budgeted Cost of Work Schedule* (BCWP) (nome dado ao PV em versões antigas do EVM) e no lugar do custo se utilizar a qualidade, então a formulação seria da Qualidade Planejada do Trabalho Planejado, ou *Planed Quality of Work Scheduled* (PQWS). Para Solomon e Young (2007) não há a necessidade de fazer tal diferenciação, desde que, o PV seja baseado em uma WBS que tenha sido elaborada direcionada por sistemas e subsistemas e que, por sua vez, tenha os requisitos transferidos para os sistemas e subsistemas.

Para efeito de simplificação, este trabalho adota a metodologia de Solomon e Young (2007), uma vez que, o processo fica simplificado e não se perde a informação mais relevante do processo, que é a alocação dos requisitos do projeto de forma rastreável na WBS.

Ao se realizar o levantamento de informações de valor agregado, no entanto, no lugar do Valor Agregado (EV) o MPPM utiliza uma medida chamada de Qualidade

Agregada, ou *Earned Quality* (EQ) (PAQUIN; COUILLARD; FERRAND, 2000) para comparação com o PV. A comparação entre o EQ e o PV gera análises semelhantes às análises do EVM, porém, além de custo e prazo, o EQ também aponta como está o desempenho do projeto em relação aos requisitos do produto final do projeto (qualidade). Tanto o EV quanto o EQ usam como base o valor estimado para cada atividade e a medição de quanto a atividade já foi executada em certo instante do projeto. No entanto, para o EQ, o valor de quanto o requisito está atendido também é considerado.

$$EV_t = \sum_{a=1}^n C_a P_a$$

Onde:

EV_t = Valor agregado em certo instante “t” do projeto

C_a = Custo estimado para uma certa atividade

P_a = Porcentagem completada da atividade

a = Atividade

$$EQ_t = \sum_{a=1}^n C_a P_a R_a$$

Onde:

EQ_t = Qualidade agregada em certo instante “t” do projeto

R_a = Nível de atendimento de requisitos da atividade

O nível de atendimento de requisitos da atividade é calculado a partir do plano estipulado para a utilização do MPPM. Um levantamento periódico da situação dos requisitos apresentará o status de cada requisito em um dado instante do projeto (Tabela 2). Este levantamento apontará duas questões importantes: como está o atendimento de todos os requisitos e qual o status de implementação de todos os requisitos. O atendimento dos requisitos será utilizado para o cálculo de nível de atendimento de requisitos. O status de implementação de requisitos poderá ser utilizado para avaliar o risco o qual o projeto ainda corre de não atender a estes

requisitos (a análise de risco não faz parte do estudo deste trabalho podendo vir a ser objeto de um futuro estudo baseado nos resultados que este trabalho apresenta).

Tabela 2 – Status dos requisitos e nível de atendimento

	Atendimento	Status
Requisito 1	50%	Testado
Requisito 2	100%	Implementado
Requisito 3	100%	Projetado
Requisito 4	100%	Alocado
Requisito 5	100%	Alocado

A fórmula que define o valor de atendimento do requisito pode adotar regras conforme a sensibilidade que o requisito apresenta para o cliente. Por exemplo:

- Alguns requisitos podem ser de alta sensibilidade não havendo nenhum resultado satisfatório que não seja o atendimento total do requisito. Para estes requisitos ou se obtém 100% de atendimento ou 0%;
- Para outros requisitos, o atendimento pode ser proporcional a quão próximo o projeto está do valor ideal para um dado requisito, ou seja, se o projeto está a 90% do valor ideal, o requisito está 90% atendido;
- Outras fórmulas podem descrever um comportamento exponencial, e assim por diante.

O nível de atendimento do requisito será obtido como o produto do atendimento de cada requisito alocado a cada subsistema pelo peso de cada requisito pré-definido no planejamento do MPPM. Para todas as atividades atreladas a certo WP que corresponda ao subsistema em questão, o nível de atendimento desta atividade será o resultado do nível de atendimento obtido para este WP (Figura 24). Desta forma, para um projeto em certo instante que esteja 100% em dia e com os custos 100% conforme o previsto, mas que apresente uma queda no nível de atendimento de requisitos, haverá um impacto na EQ que ficará evidente quando comparado com o PV.

Figura 24 – Nível de Atendimento de Requisitos por WP

Desta forma, para o caso da ilustração acima, supondo que num certo instante do projeto 100% das atividades do WP Subsistema 1, Subsistema 2 e Outras Atividades estejam concluídas, e que o projeto apresenta apenas 50% de nível de atendimento do requisito 1 e que, do ponto de vista de custo e prazo, o resultado está exatamente dentro do estimado para este instante do projeto, o resultado do projeto seria visto no gráfico de acompanhamento abaixo (Figura 25).

Acompanhamento - Projeto A

Figura 25 – Desempenho do Projeto A – EV e EQ e relação com QV

O EV do projeto seria exatamente igual ao PV. Portanto, tanto o SV quanto o CV seriam iguais a zero e SPI e CPI seriam iguais a 1. No entanto, se considerada a referência do EQ, haveria uma diferença, chamada aqui de Variação de Qualidade ou “*Quality Variance*” (QV), de US\$153 mil negativos. Esta indicação aponta um desvio na qualidade esperada para o produto final do projeto pelo não atendimento de certo requisito.

$$QV = EQ - EV$$

Sendo:

QV = Variação de Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

EV= Valor Agregado

Ao se utilizar o EQ como referência para as avaliações de variações de custo e prazo ao invés do EV, os valores encontrados de SV e CV seriam piores. A nova forma de cálculo será tratada pela denominação de Variação de Custo/Qualidade ou *Cost/Quality Variance* (CQV) e Variação de Prazo/Qualidade ou *Schedule/Quality Variance* (SQV) onde:

$$CQV = EQ - AC$$

Sendo:

CQV = Variação de Custo/Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

AC= Custo Real Atual

$$SQV = EQ - PV$$

Sendo:

CQV = Variação de Custo/Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

PV= Valor Planejado

Da mesma forma SPI e CPI podem ser redefinidos como Índice de Desempenho Custo/Qualidade ou *Cost/Quality Performance Index* (CQPI) e Índice de Desempenho Prazo/Qualidade ou *Schedule/Quality Performance Index* (SQPI) onde:

$$CQPI = \frac{EQ}{AC}$$

Sendo:

CQPI = Índice de Desempenho de Custo/Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

AC= Custo Real Atual

$$SQPI = \frac{EQ}{PV}$$

Sendo:

SQPI = Índice de Desempenho de Prazo/Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

PV= Valor Planejado

E ainda a variação da qualidade em relação ao realizado pode ser colocada em forma de índice, chamado de Índice de Desempenho de Qualidade, ou *Quality Performance Index* (QPI):

$$QPI = \frac{EQ}{EV}$$

Sendo:

QPI = Índice de Desempenho de Qualidade

EQ= Qualidade Agregada

EV= Valor Agregado

Qualquer um dos indicadores de desempenho, variações ou índices apresentados acima trariam dados importantes sobre prazo, custo e atendimento de requisitos do produto final do projeto. Todos eles, quando utilizados em conjunto, apontariam desvios do projeto em qualquer uma das três dimensões em questão: custo, prazo e qualidade do produto final do projeto. No entanto, as conclusões sobre custo e prazo obtidas do EVM devem ser analisadas com cuidado quando se utiliza o MPPM, pois projetos que apresentam desvios de requisitos podem não se comportar de forma linear ao ponto de ser possível levantar estimativas apenas através da manipulação de alguns índices de desempenho.

4.1.2. Estimativas para o Fim do Projeto utilizando MPPM

Por estar atrelado unicamente ao escopo e não ao requisito do produto final do projeto o EVM não diferencia um projeto com desvio de atendimento de requisitos de um sem. Por isso, a estimativa de custo e prazo ao fim do projeto é direta e pode ser trabalhada a partir das variações de custo (CV) e prazo (SV) assim como os índices de desempenho de custo (CPI) e prazo (SPI). Estimativas de custo e prazo ao fim do projeto quando existem desvios de atendimento de requisitos não é uma tarefa tão direta e intuitiva. Projetos que sofrem com problemas de atendimento de requisitos

não têm um comportamento previsível (SOLOMON; YOUNG, 2007) em que os modelos de previsão ao término do EVM possam ser aplicados com sucesso (FLEMING; KOPPELMAN, 2005). O MPPM é eficiente no apontamento de desvios de requisitos, porém, mais informações são necessárias para se entender o tamanho do problema quando um requisito não é atendido e assim estimar custos e prazos ao fim do projeto. Se todos os requisitos de certo projeto tivessem uma relação de proporcionalidade linear em relação ao grau de atendimento, as mesmas formas de cálculo de estimativa ao término utilizadas no EVM poderiam ser utilizadas para o MPPM substituindo o EV pelo EQ nas fórmulas de cálculo de CPI, SPI e BAC. No entanto, quando esta premissa não é aplicável, o que ocorre para virtualmente 100% dos projetos, um único requisito considerado chave que não seja atendido pode ser suficiente para afundar totalmente o projeto.

A avaliação de custo ao fim do projeto para os casos de projetos que sofrem com não atendimento de requisitos, portanto, é fortemente influenciada pela avaliação de risco técnico que o não atendimento de cada requisito pode causar ao projeto. Ao se estruturar a especificação de requisitos e a *compliance matrix*, ainda na fase inicial do projeto, convém definir o tipo de consequência que o não cumprimento de cada requisito traria ao projeto (SOLOMON; YOUNG, 2007) (Tabela 3).

Compliance Matrix - Projeto A

No Id. Requisito	Descrição	Forma de Demonstração	Critério de Aprovação	Documento de Registro da Demonstração	Risco Associado ao Não Atendimento do Requisito
Requisito 1	Descrição requisito 1	Análise	Critério 1	Relatório 1	Necessidade de rever concepção do projeto. Perda de todo o trabalho já executado.
Requisito 2	Descrição requisito 2	Teste em Laboratório	Critério 2	Relatório 2	Retrabalho dentro do WBE associado. Necessário refazer 50% das atividades.
Requisito 3	Descrição requisito 3	Teste em protótipo	Critério 3	Relatório 3	Valor mínimo deve ser cumprido. Valor ideal é negociável.
Requisito 4	Descrição requisito 4	Descrição de Sistema	Critério 4	Relatório 4	Solução alternativa é viável com 20% de custo a mais e sem impacto em prazo.
Requisito 5	Descrição requisito 5	Análise de confiabilidade	Critério 5	Relatório 5	Solução alternativa é viável com 10% de custo a mais e 10% de atraso no WBE associado.

Tabela 3 – *Compliance Matrix* com exploração de risco de não atendimento de requisito

No exemplo, o risco associado ao não atendimento do Requisito 1 é catastrófico para o projeto. Para o Requisito 2, a princípio, é mais severo do que uma análise utilizando SPI e CPI como referências para o BAC poderiam determinar. O Requisito

3 é desejável, não há risco técnico em não atendê-lo. Os Requisitos 4 e 5 têm menor gravidade ao não serem atendidos e uma estimativa através de SPI e CPI seria, a princípio, mais rigorosa, levando a valores mais elevados de BAC do que o necessário.

O tema risco dentro do MPPM é definitivamente forte. São várias as ligações existentes entre eles. Há muito campo de estudo que pode ser explorado utilizando o MPPM como base para a avaliação de risco do projeto que não é explorado neste trabalho.

4.2. Análise Crítica do MPPM em comparação com o EVM

Os princípios do EVM são a fundação do MPPM. No entanto, o MPPM agrega alguns princípios que possibilitam a realização de um gerenciamento de projetos mais efetivo (SOLOMON; YOUNG, 2007). Em resumo, as diferenças e semelhanças existentes entre o MPPM e o EVM são apresentadas no quadro abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 – Quadro comparativo de Princípios do EVM e do MPPM. Fonte: adaptado de Solomon e Young (2007)

Princípios do EVM e MPPM

Princípio	EVM	MPPM
Planejar todo o trabalho necessário para cumprir o escopo até o fim do projeto	Sim	Sim
Integrar os requisitos do produto final do projeto dentro do planejamento do projeto	Não	Sim
Integrar os objetivos de custo, prazo e escopo do projeto em uma medida de avaliação de desempenho contra o qual os progressos possam ser medidos.	Sim	Sim
Especificar o desempenho necessário para atender os requisitos do produto final do projeto como base de medida para o valor agregado.	Não	Sim
Utilizar o custo atual do projeto para avaliar o trabalho realizado	Sim	Sim
Analisar variações significativas em relação ao planejamento, avaliar impactos.	Sim	Sim
Integrar o gerenciamento de risco com a avaliação de desempenho do projeto	Não	Sim

A capacidade do MPPM de se basear nos requisitos do produto final do projeto através de técnicas de engenharia de requisitos traz para o modelo a dimensão da qualidade do produto final do projeto. No entanto, o modelo acaba por levar outras vantagens ao gerenciamento do projeto como a possibilidade de gestão integrada do risco técnico. O próprio processo de levantamento e análise dos requisitos de forma sistemática provoca um melhor entendimento de como atender os requisitos do cliente.

A integração das disciplinas de Qualidade (QFD), Engenharia de Sistemas (Engenharia de Requisitos) e Gerenciamento de Projetos tornam o modelo utilizado no MPPM complexo, porém, bastante completo e capaz de disseminar e monitorar a implantação a “voz do cliente” no produto final do projeto.

4.3. Implicações práticas do MPPM

Além das novas ferramentas, novas análises e novas interpretações que o MPPM disponibiliza, o método também trás uma nova forma de enxergar a evolução do projeto.

Como já discutido, a nova metodologia introduzida pelo MPPM se baseia no grau de atendimento dos requisitos do produto final do projeto. Já foi explorado que existe uma evolução destes requisitos formando um ciclo de vida do requisito muito semelhante ao ciclo de vida do projeto. Durante este ciclo, os requisitos são alocados, projetados, implementados, testados e verificados. Em vários momentos diferentes deste ciclo de vida, os requisitos são checados quanto ao seu atendimento. Sejam em processos formais de revisão de projeto ou por resultados de atividades executadas durante o projeto, a identificação de requisitos que não serão cumpridos pelo projeto poderá ocorrer. A dinâmica das mudanças de status, assim como a identificação de que requisitos não serão cumpridos, é tão intensa quanto à própria dinâmica da execução do projeto. Dentro desta mesma dinâmica, ao identificar prematuramente desvios nos atendimentos dos requisitos, o gerente do projeto tem condições de tomar medidas corretivas com a finalidade de resgatar o

atendimento dos requisitos que sofreram desvios. Este cenário descreve uma situação em que:

- durante o ciclo de vida do projeto, requisitos nascem com previsão de serem atendidos;
- passam por um projeto onde desvios em atendimento de requisitos podem ocorrer;
- onde há ocorrência de desvios medidas são tomadas para corrigir os desvios; e finalmente,
- o projeto chega ao fim com a entrega dos produtos finais do projeto com todos os requisitos atendidos ou não.

Considerando um projeto hipotético cujo produto final do projeto seja definido por 50 requisitos de alto-nível. Ao se definir escopo, prazo e custo para este projeto montando seu plano, pretendem-se atender 100% destes requisitos. Um gráfico de análise de desempenho do projeto é preparado com a curva de valor planejado do projeto distribuído no tempo (Figura 26).

Figura 26 – Desempenho do Projeto B – Valor Planejado (PV)

Ciclo de Vida dos Requisitos do Projeto B

Figura 27 – Ciclo de Vida planejado dos requisitos

Um outro quadro, representando os 50 requisitos e o status esperado para a evolução deles é também montado, apresentando o status esperado para os requisitos distribuído no tempo (Figura 27).

Ainda sem considerar a evolução dos requisitos, supondo que o desempenho do projeto conforme o EVM seja o apresentado na Figura 28.

Desempenho do Projeto B

Figura 28 – Desempenho do Projeto B – Valor Agregado (EV)

Figura 29 – Evolução do atendimento dos requisitos durante ciclo de vida do projeto

Aplicando a MPPM e supondo que o comportamento do atendimento dos requisitos durante o ciclo de vida do projeto seja tal que, após identificar alguns requisitos que não seriam cumpridos, o gerente do projeto tomou ações de forma a recuperar o desvio encontrado ao ponto que ao fim do projeto chegou-se a 90% dos requisitos atendidos conforme Figura 29.

Supondo ainda que a distribuição de pesos dos requisitos seja igual para todos eles e calculando o MPPM, o resultado é apresentado na Figura 30.

Desempenho do Projeto B

Figura 30 – Desempenho do Projeto B – Valor Agregado (EV) e Qualidade Agregada (EQ)

Dentro da análise realizada pelo EVM, há sempre um progresso na implantação do projeto que leva ao valor acumulado de valor agregado sempre crescente do início ao fim do projeto. Com o MPPM, o fenômeno visto na Figura 30 não é impossível. A evolução da qualidade agregada depende, logicamente, da eficiência em implantar o projeto, porém, a identificação de que uma parcela grande dos requisitos do produto final do projeto não será atendida pode fazer variar negativamente o EQ apesar de o projeto ter avançado em termos de EV.

Além disso, apesar dos esforços do gerente do projeto em manter o projeto, 10% dos requisitos não foram cumpridos. Por isso, mesmo o EV chegando a 100% do previsto para o projeto, o EQ não ultrapassará os 90% e o projeto terminará com um EQ abaixo de 100%.

Em certo instante de um projeto orçado em \$11.600, havia um gasto de \$3.800 que não teriam contribuído para atender os requisitos do produto final do projeto.

O fato é que este tipo de comportamento ocorre em projetos. Recuperar requisitos que se perdem no meio do projeto faz parte do trabalho do gerente de projetos. Em casos extremos, onde não há remédio para um requisito não atendido, o projeto

pode ser cancelado ou uma negociação com o cliente pode vir a ser necessária para refazer a base do plano do projeto (novo “*baseline*”).

O comportamento do EQ no projeto exemplo, apesar de parecer absurdo, é possível, e se considerado o QV (Figura 31), a variação no atendimento dos requisitos ficou, de fato, evidenciada.

Figura 31 – Variação da Qualidade (QV) do Projeto B

5. PROJETO PILOTO

Uma empresa que projeta e fabrica bens duráveis de alta complexidade foi escolhida para a avaliação do projeto piloto. O projeto selecionado tem como produto final um bem durável utilizado pelo cliente final em suas operações. Um cliente fez uma especificação de requisitos preliminar que se encaixava até certo ponto em produtos fabricados pela empresa. O cliente fez uma avaliação de um produto similar já fabricado pela empresa e, após a avaliação, apontou quais seriam os requisitos que deveriam ser melhorados e quais requisitos novos o produto final deveria atender. Em nenhum caso os requisitos foram considerados mandatórios.

Após avaliar os requisitos do cliente, os técnicos da empresa chegaram à conclusão de que atender os requisitos tal qual o desejo do cliente seria economicamente inviável, por isso, foi elaborada uma proposta onde 6 requisitos dos 9 solicitados seriam atendidos totalmente e os outros 3 seriam atendidos parcialmente. Uma vez acordada, aquela passava a ser a Especificação de Requisitos pactuada com o cliente.

O projeto era desafiante para a empresa, principalmente pelo prazo muito curto previsto para sua execução (4 meses entre o fim de 2005 e início de 2006). O projeto foi orçado em um pouco mais de US\$1,1 milhão e o ciclo passaria por todas as fases de desenvolvimento: concepção, detalhamento, implantação e testes de validação. A complexidade foi considerada bastante alta, com alto grau de dificuldade tecnológica, número alto de interfaces e um número alto de critérios de desempenho técnico do produto final. Apesar dos desafios o projeto foi executado com total êxito de acordo com os critérios da empresa.

Os requisitos do cliente foram elaborados sem preocupação técnica, quase como uma lista de desejos do cliente, fortemente baseados em critérios subjetivos. O corpo de engenharia da empresa avaliou os requisitos do cliente e elaborou requisitos técnicos que poderiam atender aos requisitos dos clientes e que poderiam ser desenvolvidos e comprovados objetivamente. Apesar desta tradução de requisitos do cliente para requisitos técnicos ter sido feita de maneira competente pela equipe de engenharia, não foi utilizado nenhum método de avaliação de requisitos tais quais os descritos no QFD ou na engenharia de requisitos.

A empresa aplicou o EVM para a avaliação de desempenho do projeto e manteve relatórios detalhados do andamento do projeto durante os 4 meses de desenvolvimento. Os relatórios eram fornecidos pelo menos a cada quinzena, chegando a ser semanais em alguns períodos.

Os relatórios apresentavam dados de desempenho de custo e prazo de acordo com o EVM, uma lista de marcos (*milestones*) críticos e uma análise geral do projeto descrito como “Fatos Relevantes”.

5.1. Aplicando o MPPM

Dois pontos do planejamento original tiveram que ser reconstruídos. O primeiro diz respeito à WBS. O segundo diz respeito aos desdobramentos dos requisitos do cliente, elaboração do QFD e alocação dos requisitos na WBS de acordo com o modelo de referência.

O processo é relativamente complexo, principalmente no que diz respeito à alocação dos requisitos na WBS, que exige uma série de manipulações de matemáticas do QFD. O fluxograma da Figura 32 apresenta os passos executados para a aplicação do MPPM.

Figura 32 – Fluxograma “passo a passo” para a aplicação do MPPM

5.1.1. Reconstrução da WBS do Projeto Piloto

A WBS original do projeto foi elaborada em parte de acordo com a engenharia de sistemas e em parte como um modelo de fases. Para a aplicação do modelo de referência foi necessário recriar a WBS seguindo o conceito da engenharia de sistemas. Para todo o projeto foi possível refazer a reconstrução da WBS por sistemas, não sendo necessário deixar nenhum WP para atividades de apoio. A WBS original apresentava 9 WPs todos no 1º nível de desdobramento da WBS (Figura 33). A WBS modificada de acordo com a engenharia de sistemas ficou com apenas 6 WPs (Figura 33), todos classificados como subsistemas do produto final do projeto. Os custos foram realocados para esta nova WBS (Figura 33), assim como o cronograma foi reorientado para refletir a nova WBS mantendo os pontos chave necessários para simular o acompanhamento do projeto da mesma forma como quando ele foi executado.

Esta já foi a primeira dificuldade encontrada para a aplicação do modelo de referência no projeto, felizmente havia como realizar a reconstrução da WBS, porém nem sempre este será o caso e a doutrina de como se montar a WBS de acordo com a engenharia de sistemas é necessária caso uma empresa pense em utilizar o MPPM como critério de avaliação de desempenho dos seus projetos.

WBS Original

WBS por Sistemas

Figura 33 – WP Original e WBS por Sistemas do Projeto Piloto

5.1.2. Construção do QFD

A segunda parte do planejamento que precisou ser reconstruída diz respeito à alocação de requisitos. A empresa estudada não utiliza um processo formal de levantamento e controle de requisitos e, por isso, não haveria como avaliar o projeto seguindo os passos do modelo de referência. A empresa possui um processo subjetivo de controle de requisitos, cabendo à gerência, o questionamento sobre o andamento técnico do projeto. Como há uma forte veia técnica na empresa, há um controle dos requisitos ainda que não haja uma tratativa formal para tal.

Para a aplicação do modelo faz-se necessário o desenvolvimento do QFD para traduzir os requisitos do cliente em requisitos técnicos, mas também para obter os dados necessários para realizar a alocação de requisitos por sistemas, descrito no modelo de referência. Não é comum na empresa estudada o desenvolvimento do QFD, o que já se mostra como uma das primeiras dificuldades da aplicação do modelo de referência. Apesar da escassez de dados sobre requisitos e de um processo formal de análise dos requisitos dentro da empresa, o QFD foi montado a partir de dados obtidos dos relatórios e apresentações realizados na etapa preliminar à aprovação do projeto. Estes relatórios e apresentações contêm os dados do desejo do cliente, tal qual o cliente solicitou, além de menções àquilo que seria mais importante do ponto de vista do cliente. Além disso, os dados de como os requisitos do cliente foram analisados e transformados em requisitos técnicos estavam disponíveis, o que facilitou a construção do QFD mesmo após a realização do projeto (Figura 34).

Figura 34 – QFD - Casa da Qualidade do Projeto Piloto

		Grau de Importância	Requisitos Técnicos									Qualidade Planejada							
			RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9	Avaliação de Desempenho			Plano			Peso	
												Nosso Produto	Concorrente 1	Concorrente 2	Plano da Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo
Requisitos do Cliente																			
RC1		2			3	9						3	4	4	4	1,33	1	2,7	6%
RC2		3					9					3	4	1	4	1,33	1	4,0	9%
RC3		3	3	9								3	4	4	4	1,33	1	4,0	9%
RC4		5							9			3	5	5	5	1,67	1	8,3	19%
RC5		1								9		3	3	5	5	1,67	1	1,7	4%
RC6		5						9		9		2	3	3	5	2,50	1	12,5	29%
RC7		1						9				2	3	3	3	1,50	1	1,5	3%
RC8		3	9									2	4	3	3	1,50	1	4,5	10%
RC9		3	9									2	4	3	3	1,50	1	4,5	10%

Pesos	Peso Absoluto	2,1	0,8	0,2	0,5	0,8	2,9	1,7	2,6	0,3	12,0 Total	
	Peso Relativo	17,7%	6,9%	1,5%	4,6%	6,9%	24,0%	14,3%	21,4%	2,9%	100% Total	

Total		43,7	100%
-------	--	------	------

Correlação	
9	Forte
3	Média
1	Fraca
Branco	Inexiste

Esta é a segunda dificuldade encontrada para a aplicação do modelo. A não tratativa formal e a gestão efetiva dos requisitos do cliente no processo dificultam a aplicação do modelo de referência.

5.1.3. Alocação dos Requisitos

A realização da alocação dos requisitos foi muito mais complexa do que previsto no modelo de referência.

Uma vez distribuída a WBS de acordo com subsistemas, é bastante lógica a alocação dos requisitos técnicos pelos WPs. No entanto, para efeitos de avaliação do projeto em relação aos requisitos do cliente, é necessário alocar os requisitos do cliente aos WPs, o que não é tão trivial quanto a alocação dos requisitos técnicos. Para realizar esta alocação foi necessário desenvolver o desdobramento em dois níveis. O primeiro nível parte da casa da qualidade (Figura 34), onde os requisitos do cliente foram traduzidos para os requisitos técnicos. No entanto, foi necessário modificar a casa da qualidade. Para apresentar o peso dos requisitos do cliente nos requisitos técnicos, a correlação entre os requisitos técnicos e requisitos do cliente foi multiplicada pelo grau de importância de cada requisito do cliente (Figura 35). Assim, foi possível incorporar a importância do requisito na matriz de correlação, o que, posteriormente, orienta melhor a alocação dos custos nos requisitos levando em consideração a importância dada pelo cliente.

O segundo nível de desdobramento foi a realização da alocação dos requisitos técnicos nos WPs (Figura 36). Por fim, a partir da utilização dos dados da matriz de relacionamento dos requisitos do cliente com os requisitos técnicos foi transferida a relação dos requisitos do cliente até os WPs da WBS, possibilitando, finalmente, a alocação dos custos dos WPs para cada requisito.

Requisitos do Cliente	Grau de Importância	Requisitos Técnicos								
		RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9
RC1	2			6	18					
RC2	3					27				
RC3	3	9	27							
RC4	5							45		
RC5	1									9
RC6	5						45		45	
RC7	1						9			
RC8	3	27								
RC9	3	27								

Figura 35 – Casa da Qualidade Modificada

WPs	Requisitos Técnicos								
	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9
WP1	9	9							
WP2					9				
WP3			9	9					
WP4						9	9		
WP5								9	
WP6									9

Figura 36 – Relação de WP com Requisito Técnico

A alocação dos requisitos nos WPs foi então realizada em dois passos:

- Primeiro aloca-se cada requisito do cliente aos WPs a partir da soma do produto da alocação dos requisitos técnicos aos WPs pelo produto da alocação dos requisitos do cliente aos requisitos técnicos (Figura 37);
- Em seguida faz-se a transformação da alocação absoluta em uma distribuição porcentual por WP usando como base o peso da alocação (figura 38);

A matriz resultante (Figura 38) é, finalmente, a matéria prima para a alocação dos requisitos dos clientes aos WPs conforme o modelo de referência.

	WBS					
	WP 1	WP 2	WP 3	WP 4	WP 5	WP 6
Requisitos do Cliente	WP 1	WP 2	WP 3	WP 4	WP 5	WP 6
RC1	0	0	216	0	0	0
RC2	0	243	0	0	0	0
RC3	324	0	0	0	0	0
RC4	0	0	0	405	0	0
RC5	0	0	0	0	0	81
RC6	0	0	0	405	405	0
RC7	0	0	0	81	0	0
RC8	243	0	0	0	0	0
RC9	243	0	0	0	0	0
Peso Alocação	810	243	216	891	405	81

Figura 37 – Relação de WPs com Requisito

Por último, a alocação de custos de cada WP foi distribuída por cada requisito do cliente conforme definido no modelo de referência (Figura 39).

Requisitos do Cliente	WBS					
	WP 1	WP 2	WP 3	WP 4	WP 5	WP 6
RC1	0%	0%	100%	0%	0%	0%
RC2	0%	100%	0%	0%	0%	0%
RC3	40%	0%	0%	0%	0%	0%
RC4	0%	0%	0%	45%	0%	0%
RC5	0%	0%	0%	0%	0%	100%
RC6	0%	0%	0%	45%	100%	0%
RC7	0%	0%	0%	9%	0%	0%
RC8	30%	0%	0%	0%	0%	0%
RC9	30%	0%	0%	0%	0%	0%

Figura 38 – Matriz de Relacionamento WP x Requisito do Cliente em forma Percentual

Requisitos do Cliente	WBS						Valor Alocado para Cada Requisito
	WBE 1	WBE 2	WBE 3	WBE 4	WBE 5	WBE 6	
	219.446,10	113.160,67	102.882,90	382.881,89	256.260,15	33.648,29	
RC 1	-	-	102.883	-	-	-	102.882,90
RC 2	-	113.161	-	-	-	-	113.160,67
RC 3	87.778	-	-	-	-	-	87.778,44
RC 4	-	-	-	174.037	-	-	174.037,22
RC 5	-	-	-	-	-	33.648	33.648,29
RC 6	-	-	-	174.037	256.260	-	430.297,38
RC 7	-	-	-	34.807	-	-	34.807,44
RC 8	65.834	-	-	-	-	-	65.833,83
RC 9	65.834	-	-	-	-	-	65.833,83

Figura 39 – Alocação de Custos do Projeto por Requisito do Cliente

5.1.4. Acompanhamento do Projeto Piloto Conforme o MPPM

Uma vez montada a estrutura de planejamento do projeto piloto, o acompanhamento foi realizado conforme descrito no modelo de referência. Entre as medidas de controle realizadas, foram utilizados os dados de EVM do projeto original, o acompanhamento da evolução dos requisitos de acordo com dados retirados do planejamento e dos relatórios de acompanhamento e, por fim, foram realizados os cálculos para a aplicação do MPPM.

Durante a evolução do projeto, os requisitos tiveram um comportamento de acordo com a Figura 40.

	Nível de Atendimento Requisitos												
	Dia 0	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28	Dia 35	Dia 42	Dia 49	Dia 56	Dia 63	Dia 70	Dia 77	Dia 84
RC 1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	0%
RC 2	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 3	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 4	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 6	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 7	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 8	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
RC 9	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 40 – Nível de Atendimento dos Requisitos

O problema com o requisito RC1 foi detectado apenas quando o requisito chegou à fase de testes, de acordo com a evolução do status do requisito durante o projeto (Figura 41). Nesta etapa, os testes com os sistemas demonstraram que o requisito RC 1 não havia sido atendido. Neste instante não havia mais manobra que pudesse ser realizada para tentar recuperar o atendimento do requisito, dado que faltavam apenas duas semanas para o fim do prazo do projeto. Apesar do fato do requisito não ser atendido o projeto seguiu adiante sem que houvesse nenhuma tratativa sobre o requisito não cumprido, fosse ela uma negociação com o cliente para uma ação de correção pós-entrega do projeto ou um atraso no projeto para que ações fossem realizadas para recuperar o atendimento do requisito.

	Evolução Requisitos												
	Dia 0	Dia 7	Dia 14	Dia 21	Dia 28	Dia 35	Dia 42	Dia 49	Dia 56	Dia 63	Dia 70	Dia 77	Dia 84
RC 1	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Testado	Testado
RC 2	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Implem.	Testado
RC 3	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Implem.	Testado
RC 4	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Testado	Testado
RC 5	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Testado	Testado
RC 6	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Testado	Testado
RC 7	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Testado	Testado
RC 8	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Implem.	Testado
RC 9	Alocado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Projetado	Implem.	Implem.	Testado

Figura 41 – Evolução do Status dos Requisitos

A evolução do status dos requisitos também pode ser visualizada conforme diagrama da Figura 42 abaixo:

Ciclo de Vida dos Requisitos do Projeto Piloto

Figura 42 – Diagrama de Evolução do Status dos Requisitos

Apesar do não cumprimento do requisito RC 1, o projeto foi considerado bem sucedido pela empresa. Os resultados de acordo com o EVM foram realmente muito satisfatórios. Já os resultados de acordo com o MPPM não são tão satisfatórios assim. Os dois resultados (EV e EQ) são apresentados em conjunto com as medidas valor planejado (PV) e custo atual (AC) (Figura 43).

Figura 43 – Earned Value e Earned Quality do Projeto

É evidente a diferença entre o MPPM e EVM. O QV ao fim do projeto equivale ao custo previsto para a implementação do requisito RC 1 no projeto piloto (Figura 44). SV e CV se mantiveram dentro do esperado apesar da corrida no final do projeto para terminá-lo a tempo e da folga que ficou clara no orçamento do projeto (Figura 44).

SPI e CPI são apresentados juntamente com QPI no gráfico da Figura 45 e mostram o mesmo resultado já visto nos gráficos anteriores.

Figura 44 – Variação de Custo (CV), Variação de Prazo (SV) e Variação de Qualidade (QV) do Projeto

Figura 45 – Índices de Desempenho de Custo (CPI), Prazo (SPI) e Qualidade (QPI)

5.2. Análise dos Resultados

A aplicação do modelo de referência em um projeto piloto levantou as dificuldades de implantação do modelo. Mesmo para um projeto muito bem estruturado, com registros detalhados num processo bem controlado de projeto, há a dificuldade de aplicação do modelo. O que se espera para empresas com baixa maturidade em gerenciamento de projetos é uma dificuldade ainda maior, dada a falta de metodologia para lidar com os dados básicos de escopo, custo e prazo do projeto.

O processo necessário para lidar com os requisitos e a qualidade do produto final do projeto é ainda menos usual nas empresas (ver Capítulo 6), o que pode dificultar a aplicação mesmo em empresas que lidam bem com os dados de escopo, custo e prazo. A evolução requerida para estas empresas é a de aprender lidar com dados de requisitos do cliente, aplicando uma metodologia de gestão de requisitos que permita o acompanhamento dos requisitos do cliente desde a abertura do projeto até a comprovação da implantação do requisito no produto final do projeto. Por isso, dentro do trabalho realizado para a aplicação do modelo, fica claro que uma empresa que busque utilizar o MPPM como forma de avaliar o desempenho de seus projetos já deve estar familiarizada e praticando os seguintes pontos de gerenciamento de projetos e gerenciamento de requisitos:

- Conhecimento claro dos requisitos do cliente e elaboração de desdobramentos dos requisitos do cliente conforme QFD ou outra ferramenta equivalente;
- Utilização da base dos requisitos do cliente para definição de escopo do projeto;
- Manutenção da rastreabilidade entre requisitos técnicos e escopo e entre requisitos técnicos e requisitos do cliente;
- Elaboração de planos de projetos e aprovação da base do projeto com escopo detalhado acompanhado de custos e prazos quebrados em uma estrutura analítica de projeto (WBS);
- Acompanhamento da evolução do atendimento dos requisitos do cliente durante o ciclo de vida do projeto;

- Acompanhamento de custos e prazos do projeto conforme o EVM;

Estes seriam os requisitos para que uma empresa pudesse evoluir para a aplicação do MPPM para monitoramento do desempenho de seus projetos.

6. ESTUDOS DE CASO DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE PROJETOS EM EMPRESAS ATUANDO NO BRASIL

Ao todo foram levantados dados de seis empresas de diferentes setores industriais. Todas as empresas são de grande porte, atuando no Brasil e também no exterior. Todas desenvolvem projetos que se encaixam na definição de projetos complexos apresentada no Capítulo 2. As seis empresas serão tratadas pelo setor que atuam, conforme a lista a seguir:

- Automotiva (autopeças)
- Automotiva (montadora)
- Construção Civil
- Bens Duráveis
- Petroquímica
- Química

6.1. Apresentação dos casos

6.1.1. Caso A - Automotiva (autopeças)

A empresa é uma multinacional com várias unidades fabris instaladas no Brasil. É uma empresa de grande porte, com mais de 1000 funcionários atuando no Brasil. Como todas as empresas do setor, esta empresa trabalha com produção em larga escala.

Os projetos, cujos produtos são de grande complexidade, estão concentrados no desenvolvimento de novos produtos. A empresa segue a metodologia adotada pelas grandes montadoras, o que torna o processo de desenvolvimento de produto bastante completo. O número de critérios de desempenho ao qual o produto deve atender é bastante alto.

A entrevista foi realizada com o diretor de engenharia, responsável pela equipe que coordena as atividades de desenvolvimento de produto da empresa.

A empresa possui uma sistemática de gerenciamento de projetos peculiar. Ao invés de acompanhar o projeto através dos métodos tradicionais, ela adota uma metodologia baseada em gerenciamento de riscos. Todas as dimensões importantes para os projetos desta empresa são tratadas em uma forma de gerenciamento de riscos que, quando há algum desvio, um sinal vermelho é acionado.

Existe um gerente para cada projeto que é nomeado a partir do momento em que a empresa confirma um contrato com uma grande montadora automobilística. O processo de “passagem de fase” da proposta/contrato, elaborado pela área comercial da empresa, para o gerente do projeto é formal e revisões são adotadas nesta etapa caso o gerente do projeto não concorde com os termos e limitações adotados pela área comercial.

O gerente do projeto trabalha em uma estrutura matricial. A principal interface dele é com a área fabril, pois, dada à alta cadência de produção, lidar com a complexidade do processo produtivo é tão relevante quanto o processo de desenvolvimento do produto em si.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- **Qualidade do Produto do Projeto** (Atender aos requisitos do cliente) – se o produto não atender aos requisitos ele é rejeitado durante o processo de desenvolvimento. Há uma base clara dos requisitos que o produto deve atender e um acompanhamento formal através de uma sistemática de “passagens de fase”, onde os critérios de qualidade são avaliados formalmente. A especificação do produto é realizada pela equipe de engenharia analisando dados do pedido do cliente. Como o cliente é técnico, os seus requisitos são claros para a equipe de engenharia que faz a especificação do produto.
- **Parâmetros Financeiros do Projeto** – os parâmetros de retorno financeiro esperados para o projeto são definidos no plano de negócios da empresa, e a

cada “passagem de fase” os parâmetros são revisitados. O processo é formal e padronizado para toda a empresa;

- Riscos – a gestão de riscos é realizada de forma abrangente, ao ponto de eliminar a necessidade de acompanhamento de demais dimensões pela alta-gerência. Ao menor sinal de algo fora de controle, um sinal vermelho é ligado e um diretor é nomeado para tratar do plano de contingência;
- Custos e Prazos – são dimensões menos relevantes, apesar de importantes. A alta gerência só se envolve com estas duas dimensões caso elas venham a entrar num patamar de risco. Até este ponto, as duas dimensões são tratadas exclusivamente pelo gerente do projeto.

6.1.2. Caso B - Automotiva (montadora)

A empresa é uma multinacional atuando no Brasil. É uma empresa de grande porte com mais de 30.000 funcionários. Como todas as montadoras, esta também trabalha com produção de larga escala.

Os projetos, cujos produtos são de alta complexidade, são os de desenvolvimento de produto. O projeto segue uma metodologia extremamente bem detalhada e documentada, que vale para a filial brasileira, mas que também é utilizada nas outras unidades espalhadas pelo mundo.

Uma estrutura organizacional baseada em gerenciamento de programas é a base da estrutura de trabalho da empresa. A área responsável pelo gerenciamento do programa é que coordena as demais áreas da empresa em uma estrutura matricial.

A entrevista foi realizada com o responsável pelo planejamento do programa, dentro área de gerenciamento de programa.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- Qualidade do Produto do Projeto (Atender aos requisitos do cliente) – a base de requisitos do produto é desenvolvida pela equipe de análise de mercado

da empresa. Além de pesquisas que buscam entender os requisitos do mercado, a empresa também realiza uma extensa pesquisa de características dos produtos concorrentes. A partir deste ponto, e com a utilização de uma metodologia que se assemelha ao QFD, a empresa desenvolve os requisitos técnicos do produto a ser desenvolvido. O acompanhamento é realizado através de auditorias detalhadas, realizadas durante os eventos de “passagem de fase”, já previstos para todo o processo de gerenciamento do projeto. Durante estas auditorias, se o nível de qualidade (atendimento dos requisitos pré-definidos) não estiver satisfatório, ações são planejadas, e a fase seguinte não é iniciada enquanto uma nova auditoria não for realizada aprovando a passagem de fase.

- Parâmetros Financeiros do Projeto – assim como no caso da empresa de autopeças, a montadora refaz periodicamente a análise de retorno dos investimentos do projeto. Estas revisões são realizadas durante “passagens de fase”. Projetos são cancelados quando o retorno se mostra insatisfatório durante estas fases. Um dos pontos principais de controle, que influencia substancialmente os parâmetros financeiros do projeto, é o custo do produto final do projeto.
- Custo do Produto Final do Projeto – Controlado desde a fase de prospecção de mercado até a fase de início de produção, o custo do produto final do projeto é de extrema relevância para esta empresa.
- Prazo – o prazo é um parâmetro relevante e considerado importante nesta empresa. Não é, no entanto, o parâmetro que direciona decisões. No conflito que existe entre qualidade e prazo, a primeira é a vencedora sempre.
- Custo do Projeto - o custo do projeto não é considerado relevante, dado que os grandes volumes de produção absorvem (freqüentes) revisões de custo do projeto.

6.1.3. Caso C - Construção Civil

A empresa é uma multinacional de capital brasileiro e de grande porte (aproximadamente 3000 funcionários), que atua no setor de construção pesada e infra-estrutura (hidrelétricas, estradas, pontes, etc).

O negócio da empresa é baseado em projetos, por isso há uma grande orientação para projetos, intrínseca nos processos internos e sistemas de gestão da empresa.

A organização da empresa é voltada para projetos, com equipes dedicadas para projetos em todo o Brasil, respondendo a um gerente de projetos, que é um cargo extremamente valorizado internamente. Todos os projetos da empresa são formalmente aprovados pessoalmente pelo presidente da empresa. Os núcleos de especialidades trabalham por “empreitada”, em projetos coordenados por gestores de projetos. Assim que a etapa de uma “área especialista” termina, a equipe é alocada para outro projeto.

Os processos são claramente definidos e todos os projetos são gerenciados da mesma forma. Essa metodologia é definida pela empresa e seguida pelos gerentes de projetos e suas equipes.

Os projetos desta empresa, quase em sua totalidade, se enquadram na definição de projetos de produto complexo aplicada para este trabalho.

A entrevista foi realizada com um gerente de projetos da empresa.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- Qualidade do Produto do Projeto (Atender aos requisitos do cliente) – o cliente é técnico e com isso, define claramente os requisitos técnicos que a empresa deve executar durante o projeto, reduzindo a possibilidade da equipe de engenharia da empresa especificar mal o produto do projeto. Quando há dificuldade em se estabelecer a especificação, o cliente é chamado a participar do processo decisório. Portanto, não há requisito que o cliente não tenha aprovado formalmente. Avaliações de conformidade da especificação são realizadas com frequência.

- Custo – é de grande importância dentro da empresa. O controle de custos é rígido, e desvios de custo influenciam diretamente o resultado operacional da empresa. Por isso, a sistemática de controle de custos é muito formal e relevante no processo de gerenciamento de projetos desta empresa.
- Prazo – é importante, porém por se tratar de uma empresa que atua na construção pesada e que lida muito com poderes públicos, é comum haver atrasos, por diversos motivos, que são justificados dentro da estrutura contratual assinada entre a empresa e seus clientes.

6.1.4. Caso D - Bens Duráveis

A empresa é uma multinacional de grande porte com mais de 20.000 funcionários no Brasil.

Boa parte de sua produção é realizada sob encomenda de clientes que trazem requisitos únicos para serem incorporados aos produtos da empresa.

A organização da empresa mistura a estrutura funcional e “projetizada”. Apesar de uma grande quantidade de projetos, os processos internos são mais caracterizados por gestão da rotina do que na gestão por projetos.

A concentração de projetos de produto complexo está dentro do grupo de desenvolvimento de produto. A empresa possui um corpo técnico extenso, que atende aos mais diversos tipos de requisitos provenientes de análise de mercado ou diretamente do cliente, através da encomenda de produtos customizados para aplicações especiais.

A entrevista foi realizada com um gerente de engenharia da empresa.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- Qualidade do Produto do Projeto (Atender aos requisitos do cliente) – apesar da grande informalidade com que o assunto é tratado, é na qualidade do produto do projeto que a empresa tem seu ponto de maior atenção. A equipe

técnica é a responsável por traduzir os requisitos de mercado ou de clientes em especificações claras. O processo de acompanhamento é igualmente informal, mas a qualidade do corpo técnico da empresa compensa parte da informalidade com que o assunto é tratado. Existe uma base dos requisitos a serem atendidos, mas a base não é usualmente revisitada nem existe um processo formal para avaliar o atendimento ou não dos requisitos.

- Prazo – em linhas gerais, o prazo é considerado relevante para a empresa. Uma sistemática de controle de prazo é utilizada de forma não padronizada pela empresa. Como a empresa trabalha com contratos de encomenda, os prazos são usualmente atendidos.
- Custo – apesar da preocupação com custos, não é esta a dimensão mais relevante. No entanto ela é levada em consideração. O processo de controle não é bem estabelecido, e o custeio por projetos, pouco desenvolvido.

6.1.5. Caso E - Petroquímica

A empresa é uma multinacional de grande porte com mais de 20.000 funcionários no Brasil.

A empresa possui um escritório de projetos central, que define o padrão do processo de gerenciamento de projetos além de prover as ferramentas para gestão de escopo, custo, prazo, integração e comunicação.

O escritório de projetos também é o responsável pelo treinamento dos vários gerentes de projetos espalhados pelas unidades da empresa no Brasil.

Existe uma metodologia escrita e bem detalhada que junto com as ferramentas de gestão da empresa definem as condições de trabalho para o gerenciamento de projetos com bastante integração entre áreas. O sistema de custos da empresa é integrado ao de gestão de projetos. A empresa, no entanto, não aplica o EVM, apesar de possuir todas as condições para fazê-lo.

A empresa trabalha com o sistema de “passagens de fase”. Todos os projetos possuem 4 fases. A passagem entre uma fase e outra é aprovada por um comitê que verifica se os passos da fase anterior foram cumpridos a contento. Desta forma, a empresa evita gastos com a execução de projetos que se mostram inviáveis nas fases iniciais.

A entrevista foi realizada com o chefe do escritório de projetos da empresa e com um dos coordenadores do escritório de projetos.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- **Qualidade do Produto do Projeto** (Atender aos requisitos do cliente) – existe uma preocupação em atender os requisitos do cliente. O cliente é técnico, e por isso, uma sistemática que conta com a participação do cliente durante as definições do projeto é utilizada para garantir que a tradução dos requisitos do cliente, em requisitos técnicos, está dentro do que o cliente espera. Não há, no entanto, um sistema de rastreabilidade e acompanhamento de atendimento dos requisitos do cliente.
- **Prazo** – o prazo é outro parâmetro importante de controle. A empresa tem metas claras de prazo, e o não atendimento pode afetar outras iniciativas de investimento da empresa, afetando a margem como um todo. O processo de controle é bem definido, enquanto a atuação dos gerentes de projeto é difusa e nem sempre trás o resultado esperado. A empresa entende que este é um ponto de melhoria no seu processo, e investe pesadamente no treinamento dos gerentes de projeto, na busca de melhoria na maturidade como o acompanhamento de prazo é tratado.
- **Custo** – a base é definida na abertura do projeto e revista a cada passagem de fase. O custo é relevante, e ao se identificar algum desvio nos custos previstos para um projeto em alguma das passagens de fase, o projeto pode ser cancelado.

6.1.6. Caso F - Química

A empresa é uma multinacional de grande porte com mais de 2.000 funcionários no Brasil. A empresa possui várias instalações industriais em vários estados brasileiros e um escritório central de projetos localizado em uma das maiores unidades. O escritório central define os padrões de abertura e acompanhamento de projetos e é o responsável por garantir o ciclo de aprovação do projeto, treinar os gerentes de projeto, compilar os dados dos diversos projetos e prever o fluxo de caixa com os gastos de projetos.

Os controles de custo e prazo são bem estabelecidos. Além disso, o escritório de projetos é responsável por auditar os projetos, a fim de verificar se os ganhos previstos como resultados dos projetos foram realmente alcançados.

Há um processo formal de mudança de escopo e de re-aprovação do projeto em casos de gastos acima do autorizado. Prazo e custo são controlados através de uma ferramenta integrada com o sistema de gerenciamento da empresa.

Não há relatórios padronizados de acompanhamento de projetos.

A entrevista foi realizada com o responsável pelo escritório de projetos da empresa.

Dimensões Relevantes de Desempenho de Projetos

As dimensões consideradas relevantes para os projetos desta empresa são:

- **Qualidade do Produto do Projeto** (Atender aos requisitos do cliente) – é considerada a dimensão mais relevante dentro da empresa. No entanto, o processo de captura e desdobramento dos requisitos do cliente depende totalmente do gerente do projeto. Não há um processo formal de acompanhamento, nem de controle do atendimento ou não destes requisitos.
- **Prazo** – A base de prazo é muito bem definida, assim como o acompanhamento. O gerente do projeto é o responsável pelo acompanhamento. Não há, no entanto, um processo formal, nem uma forma de comunicação que seja utilizada por toda a empresa para visibilidade dos projetos em andamento.

- **Custo** – o custo do projeto é considerado relevante para a empresa. Há um processo de alinhamento entre o plano estratégico da empresa e os projetos que serão executados para consolidar este plano estratégico. Por isso a empresa possui um controle rígido de custos com a finalidade de garantir que o processo de implantação do planejamento estratégico possa ser executado. Auditores internacionais auditam os custos dos projetos.

6.2. Resultados Obtidos

6.2.1. Base Geral dos Projetos

A base geral dos projetos está ligada ao grau de formalização e de profundidade com que as empresas definem e aprovam a base do projeto (“*baseline*”). Foram avaliadas as respostas dos questionários de perguntas abertas e perguntas objetivas. Nesta parte, o interesse está na visão geral da empresa sobre o tema, sem aprofundamento nas dimensões (custo, prazo e qualidade) que serão exploradas individualmente na sequência da apresentação dos resultados.

Do questionário de perguntas objetivas, fazem parte da avaliação da base geral dos projetos as perguntas 1 e 2. As respostas deste questionário podem variar entre -2 (discordo) e +2 (concordo). O valor apresentado na Tabela 5 corresponde à média das respostas das perguntas 1 e 2.

Através das respostas às perguntas abertas, foram retiradas as principais características que definiam a atuação da empresa em relação à base geral do projeto. Estas características são apresentadas na Tabela 5.

Base Geral do Projeto

Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis		Características da Base Geral do Projeto
Automotiva (Auto-peças)	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - Formal, sua definição tem início com a proposta elaborada para reposta de um solicitação de uma montadora; - A própria solicitação da montadora já exige um nível de estruturação da proposta que naturalmente migra para a definição da base do projeto; - A passagem de fase de proposta para fase de projeto é formal. Revisões no plano são realizadas nesta etapa pelo gerente do projeto (que assume o projeto a partir deste ponto).
Automotiva (Montadora)	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - Definida de maneira formal; - Padronizada para toda a empresa; - Segue um fluxo de aprovação pré-definido; - Os parâmetros relevantes de acompanhamento são claros.
Construção Civil	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - Definida de maneira formal; - Padronizada para toda a empresa (existe metodologia e processo de gerenciamento de projetos definidos e seguidos na empresa); - Todos os projetos são aprovados pelo presidente da empresa.
Bens Duráveis	0	<ul style="list-style-type: none"> - Não há metodologia nem processos unificados para a definição da base do projeto; - Há pouca formalização; - Iniciativas de formalizar a base do projeto existem localmente mas não há uma exigência formal dentro da empresa nem a cultura de formalizar a base do projeto antes de iniciar os trabalhos.
Petroquímica	2	<ul style="list-style-type: none"> - Definida de maneira formal; - Padronizada para toda a empresa (existe metodologia e processo de gerenciamento de projetos definidos na empresa); - O projeto é aprovado em fases ("gates") por um comitê de forma que sua aprovação é revista de acordo com a evolução do projeto; - Todas as fases são controladas como um único projeto onde a base é revisada e o detalhamento do planejamento é aprofundado em cada passagem de fase.
Química	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - Definida de maneira formal (há um processo formal de elaboração e aprovação); - Um sistema de gestão auxilia na elaboração e aprovação dos projetos. Este sistema também garante a padronização para toda a empresa; - As aprovações seguem uma regra definida de delegação de autoridade dentro e fora do país.

Tabela 5 – Resultados da avaliação de Base Geral dos Projetos

6.2.2. Monitoramento Geral dos Projetos

O monitoramento geral dos projetos está ligado à formalidade com a qual o projeto é acompanhado, se existem dimensões de avaliação de desempenho do projeto que são de importância reconhecida pela empresa, e se existe um processo formal de avaliação do desempenho destas dimensões durante o ciclo de vida do projeto.

As dimensões consideradas relevantes para cada empresa são apresentadas na Tabela 6 e 7.

Do questionário de perguntas objetivas, fazem parte da avaliação do acompanhamento geral dos projetos as perguntas 2 e 3. O valor apresentado nas Tabelas 6 e 7 corresponde à média das respostas destas perguntas.

Através das respostas às perguntas abertas, foram retiradas as principais características que definiam a atuação da empresa em relação ao monitoramento geral do projeto. Estas características são apresentadas nas Tabelas 6 e 7.

Monitoramento Geral do Projeto			
	Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis	Dimensões Relevantes	Características Gerais do Monitoramento do Projeto
Automotiva (Auto- peças)	1	<ul style="list-style-type: none"> - Parâmetros Financeiros (ROI, Payback, IRR)* - Risco do Projeto* - Custo do produto final do projeto - Qualidade do produto final do projeto - Prazo - Custo do projeto * Maior relevância 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensões relevantes de acompanhamento definidas; - Relatórios periódicos definidos para dimensões de maior relevância; - Qualidade, Custo e prazo não tem acompanhamento sistemático da alta gerência, a não ser que se transformem em riscos. Para estas dimensões, cada gerente de projeto aplica sua forma de controle sem que exista padrão geral para a empresa; - O gerente do projeto é responsável por todas as informações do projeto; - Formalização do fim do projeto com apresentação dos resultados obtidos e com passagem formal da responsabilidade do Gerente do Projeto para o Gerente de Produção.
Automotiva (Montadora)	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - Parâmetros Financeiros (ROI, Payback, IRR)* - Qualidade do produto final do projeto* - Custo do produto final do projeto* - Prazo* - Custo do projeto * Maior relevância 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensões relevantes de acompanhamento definidas; - Relatórios periódicos definidos e padronizados para todos os projetos; - Empresa organizada por programas. Os responsáveis pelos programas integram as informações dos vários projetos para gerar os relatórios; - Prática de "passagens de fase" ("toll gates") para garantir que o projeto só avance se as dimensões relevantes estiverem dentro do esperado.
Construção Civil	2	<ul style="list-style-type: none"> - Custo - Prazo - Qualidade - Satisfação do Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensões relevantes de acompanhamento definidas; - Relatórios periódicos definidos e padronizados para todos os projetos e dimensões relevantes além outras dimensões secundárias; - Parte da equipe de gerenciamento do projeto é dedicada para levantamento dos dados de cada dimensão relevante (tamanho da equipe varia de acordo com o tamanho do projeto)

Tabela 6 – Resultados da avaliação do Monitoramento Geral de Projetos

Monitoramento Geral do Projeto

Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis		Dimensões Relevantes	Características Gerais do Monitoramento do Projeto
Bens Duráveis	0	- Qualidade* - Prazo* - Custo * Maior relevância	- O acompanhamento é superficial; - Não há sistema de acompanhamento de custo e o de prazo, muitas vezes, apenas a data final é considerada como avaliação de prazo. - Não há um processo de delegação que reconheça o papel do GP - Há problemas na definição de papéis e responsabilidades de cada membro do projeto
Petroquímica	2	- Qualidade * - Custo - Prazo * Maior relevância	- Dimensões relevantes de acompanhamento definidas; - Relatórios periódicos definidos e padronizados para todos os projetos; - Sistema informatizado de acompanhamento; - O gerente do projeto é o responsável pela qualidade da informação;
Química	1	- Qualidade - Prazo - Custo	- Dimensões relevantes de acompanhamento definidas; - Não há exigência por geração de relatórios periódicos nem há padronização de relatórios para todos os projetos; - Auditorias realizadas pelo PMO após um ano de conclusão do projeto tem o objetivo de avaliar se os projetos realmente trouxeram os benefícios que prometidos quando foram aprovados.

Tabela 7 – Resultados da avaliação de Monitoramento Geral de Projetos

6.2.3. Atendimento de Requisitos do Cliente (Qualidade)

O atendimento de requisitos do cliente está relacionado à dimensão qualidade, de acordo com a definição de qualidade adotada para este trabalho e explorada no Capítulo 3. Esta etapa dos resultados levantados busca entender a formalidade com que os requisitos do cliente são utilizados para definir o escopo do projeto, e se há acompanhamento da evolução do atendimento dos requisitos durante o andamento do projeto.

Do questionário de perguntas objetivas, fazem parte do atendimento de requisitos do cliente, as perguntas de 4 a 8. O valor apresentado nas Tabelas 8 e 9 corresponde à média das respostas destas perguntas.

Das respostas das perguntas abertas foram retiradas as principais características que definiam a atuação da empresa em relação ao atendimento de requisitos do cliente, e estas características são apresentadas nas Tabelas 8 e 9.

Atendimento de Requisitos do Cliente (Qualidade)

	Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis	Características do atendimento de requisitos do cliente
Automotiva (Auto-peças)	1,6	<ul style="list-style-type: none"> - O cliente é técnico, os requisitos passados pelo cliente já são técnicos; - Não há processo que relacione o requisito do cliente com o escopo do projeto. O corpo técnico faz o trabalho de forma subjetiva, sem estruturação; - Uma especificação é elaborada com base nos requisitos do cliente no início do projeto. Há um plano de validação formal da especificação, e em cada fase, o atendimento da especificação é avaliado. Porém, uma vez definida a especificação, os requisitos do cliente não são mais revisitados; - A não ser que o atendimento do requisito entre como um item de risco no relatório gerencial, não há, da alta gerência, um acompanhamento do atendimento dos requisitos, isso fica a cargo apenas do gerente do projeto; - Desvios de requisitos são tratados com planos de contingência através do relatório de riscos. Não há relatório de desvio de requisito, o impacto é apresentado apenas nos relatórios de acompanhamento de custos, prazos e parâmetros financeiros; - Não há metas de atendimento de requisitos. A princípio, entende-se que todos os requisitos serão atendidos.
Automotiva (Montadora)	1,8	<ul style="list-style-type: none"> - Há um processo bem definido e acompanhado para a elaboração e desdobramento dos requisitos; - A visão do cliente é colocada no produto do projeto através de um processo definido, semelhante ao QFD; - Os requisitos são revisitados com avaliações formais com os "olhos do cliente"; - Não há um relatório específico de desvios detectados no atendimento de requisitos. Os desvios em requisitos causam impactos nas visibilidades de desempenho de custos e, eventualmente, de prazo do projeto; - Há acompanhamento da alta gerência no atendimento dos requisitos. - Não há um processo formal de checar se o escopo definido cobre todos os requisitos do produto. O escopo é desenhado com base na experiência da engenharia em fazê-lo corretamente; - Existem metas para atendimento de requisitos que são formalmente acompanhadas durante o ciclo de vida do projeto.
Construção Civil	1,2	<ul style="list-style-type: none"> - Os requisitos passados pelo cliente já são técnicos; - Não há processo que relacione o requisito do cliente com o escopo do projeto. O corpo técnico faz o trabalho de forma subjetiva, sem estruturação, porém o cliente tem que aprovar a solução técnica formalmente; - Não há metas de atendimento de requisitos. A princípio, entende-se que todos os requisitos serão atendidos.

Tabela 8 – Resultados da avaliação de Atendimento de Requisitos do Cliente

Atendimento de Requisitos do Cliente (Qualidade)

	Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis	Características do atendimento de requisitos do cliente
Bens Duráveis	-1	<ul style="list-style-type: none"> - Há uma base de requisitos e a engenharia é muito forte e competente na tradução dos requisitos em escopo, porém não há estruturação deste trabalho; - Não há processo de acompanhamento dos requisitos durante a vida do projeto, a não ser os requisitos regulamentados; - É comum ocorrerem mudanças de requisitos ou não cumprimento de requisitos sem que um processo ou ação seja tomada para tratar do assunto; - Apesar disso, a qualidade através do atendimento dos requisitos é uma noção que está intrínseca na cultura da engenharia da empresa e nos gestores de negócios; - Não há metas de atendimento de requisitos. A princípio, entende-se que todos os requisitos serão atendidos.
Petroquímica	1,4	<ul style="list-style-type: none"> - Uma equipe núcleo, com participação de técnicos, incluindo o cliente interno, garantem que o escopo contenha tudo o que é necessário para atender os requisitos. Apesar disso, o processo é subjetivo, sem a aplicação de metodologias e processos formais; - Não há um sistema de acompanhamento e rastreabilidade dos requisitos do cliente; - Como a empresa trabalha com "passagens de fase", o projeto não é autorizado para seguir se não estiver cumprindo com os requisitos; - Não há um relatório específico de status do atendimento de requisitos, quando há algum desvio, o reflexo ocorre nas visibilidades de desempenho de custo e prazo; - Não há metas de atendimento de requisitos. A princípio, entende-se que todos os requisitos serão atendidos.
Química	0,2	<ul style="list-style-type: none"> - A base de requisitos não é formal e nem o acompanhamento segue um processo; - É forte a noção de necessidade de cumprimento dos requisitos entre os gerentes de projeto; - É possível encontrar casos de não cumprimento de requisitos, sem que isso tenha sido tratado - Não há metas de atendimento de requisitos. A princípio, entende-se que todos os requisitos serão atendidos.

Tabela 9 – Resultados da avaliação de Atendimento de Requisitos do Cliente

6.2.4. Atendimento de Prazo

O atendimento de prazo está ligado à atuação da empresa no monitoramento e controle (atuação nos desvios) dos prazos dos projetos. A base do projeto (*baseline*) é fundamental. Se há problemas com a definição da base, é esperado que também existam problemas com o monitoramento e controle de prazo.

Do questionário de perguntas objetivas, fazem parte do atendimento de prazo projetos as perguntas 11 e 12. O valor apresentado nas Tabelas 10 e 11 corresponde à média das respostas destas perguntas.

Através das respostas às perguntas abertas, foram retiradas as principais características que definiam a atuação da empresa em relação ao atendimento de prazo. Estas características são apresentadas nas Tabelas 10 e 11.

Atendimento de Prazo

	Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis	Características do Acompanhamento de Prazo
Automotiva (Auto-peças)	2	<ul style="list-style-type: none"> - Não há padrão para o monitoramento. Cada gerente de projeto utiliza seu método. - Não há relatório específico de prazo. A alta gerência só é envolvida quando o prazo passa a ser um risco e a questão migra para o relatório de riscos; - Existem metas de prazo bem claras e rígidas.
Automotiva (Montadora)	2	<ul style="list-style-type: none"> - O monitoramento é realizado através de reuniões periódicas; - As minutas destas reuniões geram relatórios sobre o monitoramento de prazo. Estes relatórios são padronizados para todos os projetos da empresa. - Existem metas claras e rígidas de prazo. O monitoramento é igualmente rígido, dada a importância da dimensão para o sucesso do projeto.
Construção Civil	2	<ul style="list-style-type: none"> - O monitoramento é sistematizado (SAP) - Existe um padrão para toda a empresa, e periodicidade de emissão de relatórios de acompanhamento; - Existem metas claras de prazo, porém é comum ocorrerem renegociações.

Tabela 10 – Resultados da avaliação de Atendimento de Prazo

Atendimento de Prazo

Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis		Características do Acompanhamento de Prazo
Bens Duráveis	-0,5	<ul style="list-style-type: none"> - As bases tratam em alto nível o assunto. É raro o detalhamento a nível executivo (plano de metas em vez de plano de execução); - O acompanhamento, por conta da base fraca, é prejudicado. No entanto, o prazo é uma das dimensões de maior relevância, uma vez que os clientes encomendam equipamentos com datas contratuais formais que, em geral, são respeitadas; - A atuação nos desvios é tardia e requer esforço muito grande de toda a empresa, em prejuízo a outros projetos em andamento.
Petroquímica	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - A base é definida na 1ª fase do projeto, porém existem revisões entre cada fase (<i>toll gates</i>); - O acompanhamento é sistematizado e padronizado; - Existem metas claras de atendimento de prazo, porém reprogramações são aceitáveis dependendo do projeto; - O gerente do projeto é o responsável pelo acompanhamento;
Química	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - A base de prazo é muito bem definida, assim como o acompanhamento; - Não há, no entanto, um processo formal e nem uma forma de comunicação que seja utilizada por toda a empresa para visibilidade dos projetos em andamento;

Tabela 11 – Resultados da avaliação de Atendimento de Prazo

6.2.5. Atendimento de Custo

O atendimento de custo está ligado à atuação da empresa no monitoramento e controle (atuação nos desvios) dos custos dos projetos. A base do projeto (*baseline*) é fundamental. Se há problemas com a definição da base, é esperado que também existam problemas com o monitoramento e controle de custo.

Do questionário de perguntas objetivas fazem parte da avaliação do atendimento de custo as perguntas 9 e 10. O valor apresentado na Tabela 12 corresponde à média das respostas destas perguntas.

Através das respostas às perguntas abertas foram retiradas as principais características que definiam a atuação da empresa em relação ao atendimento de custo e estas características são apresentadas na Tabela 12.

Atendimento de Custo

Média das Perguntas Objetivas Aplicáveis		Características do Acompanhamento de Custo
Automotiva (Auto-peças)	2	<ul style="list-style-type: none"> - O monitoramento do custo do produto final é muito mais relevante do que do custo do projeto de desenvolvimento, pois afeta as estimativas de retorno do investimento; - O controle de custo do projeto é sistematizado (SAP); - Não há acompanhamento da alta gerência. O monitoramento de custo é de responsabilidade, apenas, do gerente do projeto; - Revisões do custo do projeto ocorrem; - Não há utilização de EVM e nem outra ferramenta semelhante.
Automotiva (Montadora)	2	<ul style="list-style-type: none"> - O monitoramento do custo do produto final é muito mais relevante do que do custo do projeto de desenvolvimento, pois afeta as estimativas de retorno do investimento; - Revisões do custo do projeto ocorrem com frequência, pois não é uma das dimensões mais relevantes; - Não há utilização de EVM e nem outra ferramenta semelhante.
Construção Civil	2	<ul style="list-style-type: none"> - Base e monitoramento de custo formais; - Relatórios de custos são emitidos periodicamente; - Os relatórios são padronizados para todos os projetos da empresa; - O controle de custo do projeto é sistematizado (SAP); - A empresa utiliza um sistema de controle semelhante ao EVM; - Metas de custo são claras e rígidas, porém negociações com os clientes são comuns.
Bens Duráveis	-0,5	<ul style="list-style-type: none"> - É a dimensão considerada menos relevante; - Não há sistema de custeio por projeto; - Bases de custo são bem elaboradas e servem de base para a montagem de propostas para clientes. Se os sistemas de custeio fossem preparados para lidar com projetos, as bases seriam bastante úteis para a aplicação de controle de custos; - Não há utilização de EVM nem outra ferramenta semelhante; - Metas de custo são claras, mas a falta de acompanhamento mascaram problemas localizados em projetos com baixo desempenho de custo.
Petroquímica	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - A base de custos é definida na abertura do projeto e revisado a cada passagem de fase; - O acompanhamento é realizado através de um sistema integrado (SAP e outros), que migra dados de custo automaticamente para os relatórios de acompanhamento; - Toda a base de monitoramento está pronta para a utilização do EVM, que só não é realizada porque os gerentes de projeto não valorizam as atividades de cada WBE; - Metas de custo são claras e rígidas.
Química	1,5	<ul style="list-style-type: none"> - A base e controle de custos é muito rígida; - Todo o processo é formal e a controladoria da empresa tem domínio sobre base e real; - Previsões de estouros de projeto são tratados formalmente; - O gerente do projeto é o responsável pelo acompanhamento de custos e a classificação das despesas; - A empresa não costuma utilizar EVM, mas alguns gerentes de projetos utilizam em seus projetos.

Tabela 12 – Resultados da avaliação de Atendimento de Custo

6.2.6. Ferramentas Utilizadas

Durante a realização das entrevistas foram levantadas quais as ferramentas utilizadas pelas empresas, e quais delas servem de referência para a avaliação da base de conhecimento aplicada e para a avaliação da possível evolução para sistemas mais sofisticados de monitoramento e controle de projetos. O resultado das ferramentas mais utilizadas é apresentado na Tabela 13.

	Automotiva (Auto-peças)	Automotiva (Montadora)	Construção Civil	Bens Duráveis	Petroquímica	Química
WBS	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
EVM	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Gestão de Escopo	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Gestão de Risco	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
QFD	Técnico	Sim	Técnico	Não	Não	Não
Gestão de Requisitos	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Controle de Configuração	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Cronograma	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Documento de Plano do Projeto	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

Tabela 13 – Quadro de Ferramentas Utilizadas em cada Empresa

Na questão de utilização da ferramenta QFD, onde o cliente é um cliente técnico que já emite a solicitação de forma técnica sem que a empresa tenha que elaborar os requisitos de engenharia (alocação direta dos requisitos do cliente para produto do projeto), entende-se que não há a necessidade de elaboração do QFD.

6.2.7. Maturidade em Gerenciamento de Projetos

As empresas foram avaliadas quanto ao grau de maturidade em gerenciamento de projetos. Para tanto, foi utilizado o questionário PMMM nível 2 (KERZNER, 2001). A avaliação segundo o modelo é dividida em condições embrionárias, apoio da alta-direção, apoio da média gerência, condições para crescimento e maturidade de aplicação do conceito. A única empresa que se qualificou como tendo atingido plenamente o nível 2 de maturidade de acordo com os critérios estabelecidos para isso (6 pontos em cada uma das dimensões avaliadas – KERZNER, 2001) foi a de

Construção Civil. No entanto, tanto a Automotiva (montadora), quanto a Petroquímica ficaram muito próximas de atingir este nível. Os resultados são apresentados na Figuras 46.

Figura 46 – Avaliação de Maturidade em Gerenciamento de Projetos das Empresas Pesquisadas

6.3. Análise dos Resultados

6.3.1. Gargalos da Avaliação de Desempenho de Projetos

Ao analisar os dados da pesquisa, confirma-se a tríade de custo, prazo e qualidade (do produto final do projeto) como três dimensões importantes dentro da avaliação de desempenho dos projetos das empresas pesquisadas. Além disso, confirmando dados da literatura (TUKEL; ROM, 2001; TUKEL; ROM, 1997; WHITE; FORTUNE, 2002), é dada a dimensão qualidade um peso maior do que para as dimensões de custo e prazo.

O quadro da Tabela 14 mostra um extrato dos resultados apresentados anteriormente. O quadro mostra se, dentro das empresas pesquisadas, existem ou não:

- as bases de custo, prazo e qualidade (base de requisitos);
- um processo ou metodologia formais para o monitoramento e controle das dimensões custo, prazo e qualidade;
- Metas de atendimento de custo, prazo e qualidade (requisitos).

	Base de Custo	Controle de Custo	Meta de Custo	Base de Prazo	Controle de Prazo	Meta de Prazo	Base de Requisitos do Cliente	Controle de Atendimento de Req. do Cliente	Meta de Atendimento de Requisitos
Automotiva (Auto-peças)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Automotiva (Montadora)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Construção Civil	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Bens Duráveis	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Petroquímica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Química	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não

Tabela 14 – Quadro de Práticas das Empresas em Relação às Dimensões Custo, Prazo e Qualidade (Requisitos)

O que o quadro mostra é que, apesar da dimensão qualidade ser a de maior importância dentro do universo de dimensões levantadas na pesquisa, é exatamente ela, a dimensão que é tratada com maior subjetividade e informalidade. Os processos de definição de bases e monitoramento de custos e prazos estão bastante consolidados na indústria, porém o mesmo não ocorre com a dimensão qualidade. As empresas depositam no corpo técnico e no gerente do projeto a confiança de que, apesar da informalidade, falta de processos e subjetividade, a dimensão de maior importância para o sucesso do projeto será bem administrada durante o ciclo do projeto.

Para as empresas que trabalham para clientes técnicos e que, por esta característica, elaboram requisitos técnicos detalhados, o trabalho de acompanhamento e atendimento de requisitos se torna mais direto e facilitado. Este é o caso das empresas Automotiva - Auto Peças e da empresa do setor de Construção Civil, conforme apresentado no quadro da Tabela 13.

A única empresa que, de fato, trabalha com requisitos de mercado, constrói uma base de requisitos, com metas a serem atingidas para a comprovação do atendimento do requisito e que tem um processo de acompanhamento formal e periódico destes requisitos é a empresa Automotiva – Montadora. Esta foi a única empresa em que se pode observar um processo de monitoramento da qualidade do produto final do projeto (atendimento dos requisitos de mercado pelo produto do projeto) totalmente desenvolvido e praticado. Mesmo para este caso, o resultado de desvios de atendimento de requisitos é evidenciado no monitoramento do projeto através de previsões de aumento de custos e, eventualmente prazos, sem que houvesse um indicador direto de desvios no atendimento dos requisitos do produto do projeto.

No que diz respeito às dimensões de custo e prazo, apesar da maior formalidade com que estas dimensões são tratadas, fica claro, pelos dados obtidos nas respostas das perguntas abertas, que a avaliação de desempenho destas dimensões ainda está longe de estar consolidada. Os processos de gestão de custo e gestão de prazo, largamente difundidos através de instituições como o PMI, ainda não são de domínio e prática de todas as empresas. Técnicas básicas, como a elaboração de uma WBS ou a elaboração de um documento contendo o plano do projeto, ainda não são praticadas por todas as empresas pesquisadas.

6.3.2. Análise das Condições para a Utilização do Modelo de Referência

A aplicação do modelo de referência, conforme evidenciado no capítulo 5, exige um ambiente com nível de familiaridade com técnicas de gerenciamento de projetos e gerenciamento de requisitos significativamente diferentes das condições encontradas nas empresas pesquisadas. Retomando as seis condições necessárias para a aplicação do MPPM apresentados no Capítulo 5, é possível utiliza-los para analisar cada caso quanto à possibilidade (condições) de utilização do modelo de referência nas empresas pesquisadas, conforme segue:

1. Conhecimento claro dos requisitos do cliente e elaboração de desdobramentos dos requisitos do cliente, conforme QFD ou outra ferramenta equivalente;
2. Utilização da base dos requisitos do cliente para definição de escopo do projeto;
3. Manutenção da rastreabilidade entre requisitos técnicos e escopo, e entre requisitos técnicos e requisitos do cliente;
4. Elaboração de planos de projetos e aprovação da base do projeto com escopo detalhado, acompanhado de custos e prazos quebrados em uma estrutura analítica de projeto (WBS);
5. Acompanhamento da evolução do atendimento dos requisitos do cliente durante o ciclo de vida do projeto;
6. Acompanhamento de custos e prazos do projeto conforme o EVM;

O quadro da Tabela 15 apresenta os dados cruzados destas características, com as condições, ambientes e práticas de cada empresa pesquisada.

	1	2	3	4	5	6
Automotiva (Auto-peças)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
Automotiva (Montadora)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Construção Civil	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Bens Duráveis	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Petroquímica	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não
Química	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não

Tabela 15 – Cruzamento de Dados de Condições Necessárias para a Aplicação do Modelo de Referência e Situação Levantada nas Empresas Pesquisadas

O resultado deixa claro que as condições, ambientes e práticas para a utilização de um modelo multidimensional de avaliação de desempenho de projetos como o apresentado neste trabalho não seria possível com o cenário encontrado nas

empresas pesquisadas. As lacunas encontradas mostram que as empresas ainda não praticam o gerenciamento de projetos e muito menos o gerenciamento de requisitos em um nível que possibilite a evolução da forma atual de monitoramento e controle de projetos para uma como a que é proposta pelo modelo de referência deste trabalho.

6.3.3. Relação de Maturidade em Gerenciamento de Projetos e as Condições para Utilização do Modelo de Referência

Os dados de maturidade em gerenciamento de projetos foram cruzados com os resultados do das condições para utilização do modelo de referência (Tabela 16). Os dados deste cruzamento são apresentados abaixo, onde a pontuação de maturidade é resumida pela média das 5 dimensões avaliadas no modelo PMMM (KERZNER, 2001).

	1	2	3	4	5	6	Média de Maturidade
Automotiva (Auto-peças)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	1,4
Automotiva (Montadora)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	5,8
Construção Civil	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	10,8
Bens Duráveis	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	0,9
Petroquímica	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	6,6
Química	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	5,2

Tabela 16 – Cruzamento de Dados de Maturidade e Condições para a Utilização do Modelo de Referência

Não se pode dizer que há uma relação entre o modelo de maturidade (PMMM) e o resultado obtido para as condições de aplicação do modelo de referência nas empresas.

As condições de aplicação do modelo de referência se concentram no tratamento formal dos requisitos do cliente, elaboração de planos do projeto e acompanhamento do projeto.

Em relação às condições de aplicação do modelo de referência, o modelo PMMM nível 2 é mais abrangente em algumas questões, como as que tratam do apoio da média e alta gerência, e ausente em outras, por exemplo, a ausência de questionamentos sobre o tratamento formal de requisitos do cliente. Por esta diferença de foco entende-se que o PMMM nível 2 não é adequado para avaliar a existência ou não das condições de aplicação do modelo de referência nas empresas pesquisadas.

7. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

As questões que fizeram parte deste trabalho foram exploradas no decorrer da dissertação com o objetivo de se avaliar distintas dimensões de desempenho em projetos complexos através de um modelo integrado. Para tanto, uma questão complementar foi explorada como motivadora para o trabalho:

- Quais são os indicadores de desempenho de projetos considerados como os mais importantes na literatura e na prática organizacional?

Este trabalho apresentou a evolução do processo de avaliação de desempenho de projetos que ocorre desde a década de 60. A inquietude que surge da necessidade de avaliar outras dimensões do desempenho de projetos, que não estão presentes nos métodos tradicionais, são claras tanto no número de publicações de novos modelos quanto no levantamento de dimensões consideradas relevantes nas práticas organizacionais.

No que diz respeito às dimensões relevantes, ainda são as questões de custo, prazo e qualidade as que ocupam as primeiras colocações entre as dimensões de maior importância para empresas e gerentes de projetos (TUKEL; ROM, 2001; TUKEL; ROM, 1997; WHITE; FORTUNE, 2002). No levantamento realizado nas pesquisas de campo deste trabalho, as dimensões de custo, prazo e qualidade permanecem entre as mais importantes no processo de avaliação de desempenho de projetos. No entanto, para as empresas com produção em larga escala, onde o custo do projeto é diluído no número de itens a serem produzidos após a conclusão do projeto, as dimensões de custo do produto do projeto e de retorno sobre o investimento do projeto são ainda mais relevantes do que a dimensão de custo do projeto em si. Esta é a mesma conclusão que levou Bajaj, Kekre e Srinivasan (2004) a discutir modelos de desempenho de projetos que avaliassem as dimensões, pós-implantação do projeto.

Independente das dimensões de custo do projeto ou custo do produto do projeto, tanto a revisão da literatura quanto o levantamento de campo deixaram claro que a dimensão qualidade é considerada como a dimensão mais importante por empresas e gerentes de projeto. Apesar da importância dada a esta dimensão, o levantamento

de campo mostrou o quanto esta dimensão é tratada de maneira informal. O sucesso no desempenho desta dimensão é depositado, pelas empresas, na confiança que elas têm no seu corpo técnico. São poucas as empresas que tratam o processo de captura e desdobramento dos requisitos do cliente do projeto com alguma metodologia pré-definida e formalidade. Também são poucas as empresas que possuem um processo formal de avaliação do atendimento dos requisitos do cliente no produto do projeto durante o ciclo de vida do projeto. É natural que a informalidade no tratamento da dimensão, considerada a mais relevante dentro das apontadas no estudo, leve a erros e desvios. Pela mesma falta de formalidade e metodologia, tais desvios podem não ser detectados ou ainda não serem evidenciados para os níveis adequados que poderiam buscar corrigi-los.

A questão principal do trabalho, apresentada a seguir, foi respondida a partir do desenvolvimento de um modelo de avaliação integrado das dimensões consideradas mais relevantes para a o acompanhamento do desempenho do projeto.

- Como avaliar as distintas dimensões de desempenho em projetos complexos através de um modelo integrado de referência?

Uma vez que o EVM é baseado em execução quantitativa do escopo e a partir daí que todos os cálculos de desempenho do projeto são realizados, não há no EVM uma forma direta de avaliar se a execução do escopo tem relação, ou se mantém a relação, com o requisito do cliente final do projeto. Em outras palavras, o princípio do EVM trata apenas do “escopo do trabalho” de um projeto, e não do requisito do produto final do projeto.

A dimensão qualidade não é estática, ela varia e sua dinâmica é tão intensa quanto à própria dinâmica da execução do projeto. Sendo a qualidade do produto final do projeto a incorporação dos requisitos do cliente no produto final do projeto, se o gerente do projeto puder identificar prematuramente desvios nos atendimentos dos requisitos, haverá condições de tomar medidas corretivas com a finalidade de resgatar o atendimento dos requisitos que sofreram desvios.

Buscando uma solução de como tratar a dimensão qualidade dentro de um modelo multidimensional de desempenho de projetos, este trabalho apresentou o desenvolvimento e a aplicação do modelo MPPM, um modelo multidimensional de avaliação de desempenho de projetos que considera as dimensões custo, prazo e

qualidade no processo de monitoramento e controle do projeto. Para que fosse possível o desenvolvimento de tal modelo, o entendimento dos requisitos do cliente, e como eles se desdobram em requisitos técnicos, foram discutidos e aplicados através da adoção do QFD. A integração do QFD com o EVM, através da criação de WBSs e alocação de requisitos conforme definido na Engenharia de Sistemas, tornou possível a integração da dimensão qualidade dentro do modelo do EVM, formando, assim, o MPPM.

Por fim, foi avaliada a aplicabilidade do MPPM assim como levantadas as condições e ambiente para a aplicação do modelo em empresas operando no Brasil. Tal avaliação foi explorada em resposta à última questão complementar deste trabalho apresentada a seguir:

- Quais dados devem estar disponíveis para que um modelo multidimensional de avaliação de desempenho, que considere a qualidade do produto final do projeto, possa ser utilizado?

A aplicação do modelo num projeto piloto mostrou o nível de entendimento e domínio que se deve buscar sobre os requisitos do cliente. O MPPM, ou outro modelo que busque integrar as dimensões custo prazo e qualidade, necessita de um tratamento de dados que não é usualmente encontrado em qualquer empresa. Os pontos de relevância para a aplicação do modelo que foram levantados e posteriormente a avaliação do ambiente, métodos e ferramentas das empresas pesquisadas, mostraram que a aplicação do modelo ainda depende de uma considerável evolução da forma como as empresas gerenciam projetos e lidam com os requisitos de clientes.

7.1. Limitações e Recomendações

Como ainda não existem casos práticos da aplicação do modelo de referência este trabalho tem um caráter exploratório. A aplicação e os resultados oriundos dele não puderam ser avaliados.

Outra limitação do trabalho diz respeito à pesquisa de campo. Como apenas 6 empresas de setores industriais diversos foram pesquisadas, não é possível retirar

uma análise de tendência ou assumir um comportamento que explique uma prática de algum setor industrial específico. Além disso, como 5 das 6 entrevistas foram limitadas à apenas uma pessoa entrevistada, e para uma empresa duas pessoas entrevistadas, as entrevistas podem conter um viés de percepção pessoal que não pode ser isolado na pesquisa. Uma pesquisa mais aprofundada, com um número maior de entrevistados e uma análise mais detalhada das práticas das empresas, poderia reduzir a possibilidade do viés nos resultados levantados.

Como proposta para futuros trabalhos, esta dissertação levantou questões que podem ser aprofundadas nos seguintes tópicos:

- A integração da dimensão risco no modelo MPPM já é tida como uma possibilidade e até uma realidade (SOLOMON e YOUNG, 2007), mas tal qual o próprio MPPM, tal integração não dispõe de aplicações para o estudo. A extensão da aplicação de gerenciamento de risco a partir do MPPM também demanda mais estudos que podem render aplicações interessantes.
- O estudo de como o melhor controle das dimensões relevantes de um projeto influencia no desempenho do projeto em si também é uma área de estudo que pode ser explorada. Afinal, é esperado que uma melhor medida possibilite um melhor gerenciamento, no entanto, esta expectativa precisa de aprofundamento científico para poder ser comprovada.
- Por último, dada à importância da dimensão qualidade, e ao mesmo tempo à informalidade com que ela é tratada, e considerando a melhor prática de gerenciamento de custos, prazos e escopo já incorporada no gerenciamento de projetos nas empresas, qual é o viés que o foco em custo, prazo e escopo provoca na dimensão qualidade do produto do projeto? A resposta para esta questão pode explicar o porquê de vários projetos serem considerados bem sucedidos apesar de não atenderem a 100% dos requisitos previstos.

REFERÊNCIAS

- AKAO, Y.. **Quality Function Deployment – QFD – Integrating Customer Requirements into Product Design**. Productivity Press, Nova York, NY, 1990.
- ANBARI, F. T.. **Earned Value Project Management Method and Extensions**. *Project Management Journal*, v. 34, n. 4, p. 12-23, Dez. 2003.
- ARAMVAREEKUL, P.; SEIDER, D.. **Cost-Time Risk Diagram: Project Planning and Mangement**. *Cost Engineering*, v. 48, n.11, p. 12-18, 2006.
- ANSI/EIA. **ANSI/EIA 632, Processes for engineering a System**. *Electronics Industries Alliance*, Arlington, VA: EIA, 1998.
- ANSI/EIA. **ANSI/EIA-748-1998, Earned Value Management Systems**, American National Standard Institute/Electronic Industry Association Washington, DC, 1998.
- ATKINSON, R.. **Project Management: Cost, Time and Quality, Two Best Guesses and a Phenomenon, its Time to Accept Other Success Criteria**. *International Journal of Project Management*, v. 17, n.6, p. 337-342, 1999.
- BAJAJ, A.; KEKRE, S.; SRINIVASAN, K.. **Managing NPD: Cost and Schedule Performance in Design and Manufacturing**. *Management Science*, v. 50, n. 4, p. 527-536, 2004.
- BONNAL, P.; JONGHE, J.; FERGUSON, J.. **A Deliverable-Oriented EVM System Suited for a Large-Scale Project**. *Project Management Journal*, v. 37, n. 1, p. 67-80, Mar. 2006.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T.. **Product Development Performance**. *Harvard Business School Press*, Boston, MA, 1991.
- CARVALHO, M. M.. **Qualidade em Projeto**. In AMATO NETO, J. (org). **Manufatura Classe Mundial: Conceitos, Estratégias e Aplicações**. Editora Atlas, São Paulo, SP, 2001.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R.. **QFD: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. Editora Blucher, São Paulo, SP, 2007.

CLELAND, D.; IRELAND, L. R.. ***Project Management: Strategic Design and Implementation*** – 4th Edition. McGraw-Hill, Nova York, NY, 2002.

CRISTIANO, J. J.; LIKER, J. K.; WHITE III, C. C.. ***Key Factors in the Successful Application of Quality Function Deployment***. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 48, n. 1, p. 81-95, Fev. 2001.

DE FALCO, M.; MACCHIAROLI, R.. ***Timing of Control Activities in Project Planning***. *International Journal of Project Management*, v. 16, n. 1, p. 51-58, 1998.

DEFENSE SYSTEMS MANAGEMENT COLLEGE. ***Systems Engineering Fundamentals***. Defense System Management College Press, Fort Belvoir, VI, 1999.

DoD. ***DoD 5000.2-R - Mandatory Procedures For Major Defense Acquisition Programs (Mdaps) And Major Automated Information System (Mais) Acquisition Programs***, Department of Defense, Washington, DC, 1997.

DoD. MIL-HDBK-881 - ***Department Of Defense Handbook Work Breakdown Structures For Defense Materiel Items***. Department of Defense, Washington, DC, 1998.

EDWARDS, Corwin D.. ***The Meaning of Quality***, Quality Progress, Out. 1968, p. 37.

FLEMING, Q. W.; KOPPELMAN, J. M.. ***Earned Value Project Management*** – 3rd Edition. Project Management Institute, Newtown Square, PA, 2005.

GARVIN, D. A.. ***Gerenciando a Qualidade***. Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, RJ, 1992.

GILMORE, H. L.. ***Product Conformance Cost***. *Quality Progress*, v. 7, n. 5, p. 16-19, 1974.

GOVERS, C. P. M.. ***What and How about Quality Function Deployment***, *International Journal of Production Economics* v. 46-47, p. 575-585, 1996.

HILLSON, D.. ***Combining earned value management and risk management to create synergy***. In: *Project Management Institute Global Congress*, 2004, Anaheim, Estados Unidos. Disponível em: <http://www.risk-doctor.com>.

IEEE. ***IEEE Std 1220™ - 2005, IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process***. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Nova York, NY, 2005.

ISO. ***ISO 9000:2000: Quality management systems -- Fundamentals and Vocabulary***. International Organization for Standardization, Genebra, Suíça, 2000.

JURAN, J. M.; SEDER, L. A.; GRUNA Jr., F. M.. ***Quality Control Handbook*** – 2nd Edition. McGrall-Hill, New York, NY, 1962.

KANO, N.; SERAKU, N.; TAKAHASHI, F.; TSUJI, S.. ***Attractive Quality and Must-be Quality***. *Hinshitsu: The Journal for the Japanese Society for Quality Control*, v. 14, p. 39-48, Abr. 1984.

KERZNER, H.. ***Project Management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*** – 8th Edition. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2003.

KERZNER, H.. ***Strategic Planning for Project Management Using a Project Management Maturity Model***. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2001.

MATZLER, H.; HINERHUBER, H. H.. ***How to Make Product Development Projects more Successful by Integrating Kano's Model of Customer Satisfaction into Quality Function Deployment***. *Technovation*, v. 18, n. 1, p. 25-38, 1998.

PAQUIN, J. P. ; COUILLARD, J.; FERRAND, D. J.. ***Assessing and Controlling the Quality of a Project End Product: The Earned Quality Method***. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 47, n. 1, p. 88-97, Fev. 2000.

PARSONS, V. S.. **Project Performance: How to Assess the Early Stages.** *Engineering Management Journal*, v. 18, n. 4, p. 67-80, Dez. 2006.

PMI. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBoK®).** 3ed. *Project Management Institute*, Newtown Square, PA, 2004.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok®Guide).** 2000 Edition. *Project Management Institute*, Newtown Square, PA, 2001.

PUGH, S.. **Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering.** *Addison Wesley Publishing Company*, Padstow, Cornwall, 1990.

REEVES, C. A.; BEDNAR, D. A.. **Defining Quality: Alternatives and Implications.** *Academy of Management. The Academy of Management Review*, v. 19, n.3, 419-445, 1994.

ROSE, K. H.. **Project Quality Management Why, What and How.** *J. Ross Publishing*, Boca Raton, FL, 2005.

ROSE, D.; FORTUNE, J.. **Current Practice in Project Management – An Empirical Study.** *International Journal of Project Management*, v. 20, p. 1-11, 2002.

ROZENES, S.; VITNER, G.; SPRAGGETT, S.. **MPCS: Multidimensional Project Control System.** *International Journal of Project Management*, v. 22, p. 109-118, 2004.

ROZENES, S.; VITNER, G.; SPRAGGETT, S.. **Project Control: Literature Review.** *Project Management Journal*, v. 37, n. 4, p. 5-12, 2006.

SIRELI, Y.; KAUFFMANN, P.; OZAN, E. **Integration of Kano's Model Into QFD for Multiple Product Design.** *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 54, n. 2, p. 380-390, Mai. 2007.

SHENHAR, A. J.; LEVY, O.; DVIR, D.. **Mapping the Dimenstions of Project Success.** *Project Management Journal*, v. 28, n. 2, p. 5-13, 1997.

SOLOMON, P. J., YOUNG, R. R.. ***Performance-Based Earned Value®***. IEEE Computer Society, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2007.

TAN, K. C.; SHEN, X. X.. ***Integrating Kano's Model in Planning Matrix of Quality Function Deployment***. *Total Quality Management*, v. 11, n. 8, p. 1141-1151, Dez. 2000.

TONTINI, G.. ***Deployment of Customer Needs in the QFD Using a Modified Kano Model***. *Journal of Academy of Business and Economics*, v. 2, n. 1, p. 103-115, 2003.

TUKEL, O. I.; ROM, W. O.. ***An Empirical Investigation of Project Evaluation Criteria***. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 3, p. 400-416, 2001.

TUKEL, O. I.; ROM, W. O.. ***Analysis of the Characteristics of Projects in Diverse Industries***. *Journal of Operations Management*, v. 16, p. 43-61, 1998.

YIN, R.K. ***Estudo de caso: planejamento e métodos*** - 2.ed. Bookman, Porto Alegre, RS, 2001.

YOUNG, R.. ***The Requirements Engineering Handbook***. Artech House, Boston, MA, 2003.

Anexo A – Roteiro da Entrevista

Programa de Mestrado em Gestão de Projetos

Orientadora: Prof^a. Livre-Docente Marly Monteiro de Carvalho

Pesquisador: André Vidal Campos

Questionário de Pesquisa

Avaliação de Desempenho em Projetos

Este levantamento é parte das atividades de pesquisa planejadas na elaboração da dissertação de mestrado do programa de Pós-graduação em Gestão de Projetos da Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Naval Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Nosso objetivo é identificar o perfil como empresas atuando no Brasil lidam com a avaliação de desempenho de projetos e avaliar se existe base nas empresas para a aplicação de modelos de avaliação multidimensionais de desempenho que avaliem, de forma integrada, a evolução do projeto na direção de produzir produtos que atendam aos requisitos originalmente estabelecidos pelos seus clientes.

Todas as informações levantadas pela pesquisa são de caráter estritamente confidencial, estando vedada a divulgação ou acesso aos dados individuais da fonte informante para qualquer empresa, órgão público ou pessoa física.

Identificação do Entrevistado e da Empresa

Nome:
Empresa:
Cargo:
Qual a sua responsabilidade em relação aos projetos da organização? ☐ Avalia ☐ Executa ☐ Seleciona ☐ Monitora ☐ Aloca Recursos ☐ Outros _____

Qual o setor de atuação da empresa?	
☐ Aeroespacial	☐ Mineração
☐ Alimentícia	☐ Papel e Celulose
☐ Automotiva	☐ Química e Petroquímica
☐ Construção Civil	☐ Siderurgia
☐ Eletro-eletrônica	☐ Telecomunicações
☐ Energia	☐ Têxtil
☐ Farmaceutica	☐ Tecnologia da Informação
☐ Outros_____	

Classificação de Projeto na Empresa

1. Quais as categorias são utilizadas para classificação dos projetos da organização?

- ☐ Mudança Organizacional
- ☐ Parcerias, fusões e aquisições.
- ☐ Desenvolvimento de novos produtos.
- ☐ Desenvolvimento de tecnologia e de sistemas de informação.
- ☐ Pesquisa e desenvolvimento.
- ☐ Mudanças na operação / produção.
- ☐ Construção
- ☐ Outros: _____

Perguntas Abertas

1. Como é formalizada a abertura de um novo projeto na sua empresa?
2. Como é definida a base para acompanhamento de projetos na sua empresa?
3. Existem templates que descrevem a avaliação de desempenho de projetos na sua organização?
4. Quais são os parâmetros considerados relevantes para acompanhamento de projetos na sua empresa?
5. Quem é responsável pelo acompanhamento de cada parâmetro durante o desenvolvimento do projeto?
6. Como são registrados a base para acompanhamento do projeto e os dados levantados durante o acompanhamento do projeto dos parâmetros relevantes?
7. O que caracteriza o fracasso de um projeto?
8. O que caracteriza o sucesso de um projeto?
9. Existe uma meta para cada parâmetro que, caso atingida, caracteriza o sucesso do projeto?
10. Quais são os stakeholders que aprovam as mudanças de fase do projeto bem como a aprovação final?
11. As avaliações dos stakeholders são pautadas nas métricas definidas na metodologia?
12. Quais são os relatórios gerados para acompanhamento do projeto, qual a periodicidade e público alvo destes relatórios?
13. Como são definidos os requisitos que o projeto (o produto do projeto) deve atender?
14. Como estes requisitos são passados para a linguagem de engenharia?
15. Como são relacionados os requisitos técnicos do produto final do projeto com os requisitos do cliente do projeto?

16. Existe algum processo que garante que o escopo do projeto considera o que for necessário para que todos os requisitos do produto final do projeto sejam atendidos?

17. Há algum acompanhamento (parâmetro medido ou relatório específico), durante a execução do projeto, que descreva como o projeto está em relação ao atendimento dos requisitos originais do cliente?

18. As bases de projeto são utilizadas na prática para o acompanhamento, desvios são medidos entre a base e o dado real e ações concretas são definidas a partir destas informações?

19. Caso exista algum desvio que evidencie que algum requisito pode não ser atendido, como isso é tratado?

20. Sua empresa aplica o EVM ou algum método semelhante que envolva escopo, prazo e custo?

21. Caso positivo, como é que os parâmetros necessários para a avaliação do projeto de acordo com o EVM são medidos?

22. Quando ocorre um problema no atendimento de um requisito do produto do projeto, qual é o reflexo no desempenho do projeto?

Perguntas Objetivas

Questão	-2	-1	0	1	2
1. No ultimo projeto que participei havia um plano de projeto com declaração clara de Escopo, Orçamento detalhado, Cronograma detalhado e Especificação dos Requisitos do Cliente ou do Produto Final do Projeto					
2. No ultimo projeto que participei havia uma lista de parâmetros relevantes que eram acompanhados periodicamente para a avaliação do desempenho do projeto. As metas para cada parâmetro eram claras e o acompanhamento era efetivo em busca de desvios em relação às metas.					
3. No último projeto que participei, relatórios de acompanhamento eram gerados periodicamente e lá era evidenciado o status de cada parâmetro relevante definido para o projeto.					
4. No último projeto que participei os requisitos do cliente estavam disponíveis e o escopo do projeto foi desenhado para atendê-los					
5. No último projeto que participei houve um trabalho claro de avaliação dos requisitos do cliente para a definição da solução técnica que seria adotada, incluindo os requisitos técnicos que deveriam estar presentes no produto final do projeto para atender os requisitos do cliente.					
6. No último projeto que participei os requisitos do produto final do projeto eram periodicamente avaliados quanto ao seu potencial de atendimento ou risco de não atendimento.					
7. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios no atendimento de requisitos do produto do projeto foram identificados e foram relatados formalmente.					
OBS: não responder caso não tenham sido encontrados desvios no atendimento de requisitos do projeto					

<p>8. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios no atendimento de requisitos do produto do projeto foram identificados e o tratamento dos desvios foi realizado.</p> <p>OBS: não responder caso não tenham sido encontrados desvios no atendimento de requisitos do projeto</p>					
<p>9. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios do custo do projeto em relação à base (plano) foram identificados e relatados formalmente. e o tratamento dos desvios foi realizado.</p>					
<p>10. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios do custo do projeto em relação à base (plano) foram identificados e o tratamento dos desvios foi realizado.</p>					
<p>11. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios de prazo do projeto em relação à base (plano) foram identificados e relatados formalmente.</p>					
<p>12. No último projeto que participei, durante o andamento do projeto, desvios de prazo do projeto em relação à base (plano) foram identificados e o tratamento dos desvios foi realizado.</p>					

Valor	Conceito
-2	Discordo
-1	Discordo Parcialmente
0	Nem concordo nem discordo
1	Concordo Parcialmente
2	Concordo

13. Para o ultimo projeto que você participou, assinale com um X as ferramentas que efetivamente foram utilizadas para o gerenciamento do projeto:	
☐ WBS	☐ Deliverables (com critérios de avaliação de qualidade, prazo e custo)
☐ EVM	☐ Cronograma
☐ Processo de Gestão de Escopo	☐ Documento de Plano do Projeto (Project Plan)
☐ Processo de Gestão de Risco	☐
☐ Processo de Gestão da Qualidade	☐
☐ QFD	☐
☐ Gestão de Requisitos	☐
☐ Controle de ConFiguração	

Anexo B – Questionário PMMM Nível 2

Questionário PMMM Nível 2	-3	-2	-1	0	1	2	3
1. Minha empresa reconhece a necessidade da gestão de projetos. Esta necessidade é reconhecida em todos os níveis da gerência, inclusive pela gerência sênior.							
2. Minha empresa tem um sistema para gerenciar tanto o custo quanto o cronograma dos projetos. O sistema requer números de encargos financeiros e códigos de conta contábil. O sistema informa variações em relação aos objetivos planejados.							
3. Minha empresa tem reconhecido as vantagens possíveis de serem alcançadas através da implementação da gestão de projetos. Este benefícios são reconhecidos em todos os níveis gerenciais, incluindo a gerência sênior.							
4. Minha empresa ou departamento tem uma metodologia facilmente identificável de gestão de projetos que utiliza o conceito de fases ou ciclo de vida de um projeto.							
5. Nossos executivos apóiam ostensivamente a gestão de projetos por meio de palestras, curso, artigos e inclusive pela presença ocasional em reuniões e relatórios da equipe de projetos.							
6. Minha empresa tem o compromisso com o planejamento antecipado visando à qualidade. Tentamos fazer sempre o melhor possível em matéria de planejamento.							
7. Nossos gerentes de área de níveis médio e inicial apóiam por completo e de forma ostensiva o processo de gestão de projetos.							
8. Minha empresa faz o possível para minimizar os desvios de escopo (por exemplo, mudança de escopo ou redefinição da extensão do escopo) em nossos projetos.							

9. Nossos gerentes de área estão comprometidos não apenas com a gestão dos projetos, mas também com o cumprimento dos prazos estabelecidos para a conclusão dos objetivos.							
10. Os executivos em minha empresa têm bom conhecimento dos princípios de gestão de projetos.							
11. Minha empresa selecionou um ou mais softwares para serem utilizados como sistema de controle dos projetos.							
12. Nossos gerentes de área de níveis médio e inicial foram treinados e instruídos em gestão de projetos.							
13. Nossos executivos compreendem o conceito de responsabilidade e atuam como patrocinadores ("sponsors") em determinados projetos.							
14. Nossos executivos reconheceram ou identificaram as aplicações da gestão de projetos nas várias divisões (demais unidades) do nosso empreendimento.							
15. Minha empresa conseguiu integrar com sucesso o controle de custo e cronogramas tanto para a gestão de projetos quanto para relatórios de follow-up.							
16. Minha empresa desenvolveu um currículo de gestão de projetos (por exemplo, mais do que um ou dois cursos de capacitação) para o aperfeiçoamento das qualificações de nossos colaboradores em gestão de projetos.							
17. Nossos executivos reconheceram o que precisa ser feito a fim de ser alcançada a maturidade em gestão de projetos.							
18. Minha empresa considera e trata a gestão de projetos como profissão, e não apenas como tarefa de tempo parcial ou, quando requerido, tempo integral.							

19. Nossos gerentes de área e nível médio estão disposto a liberar seus funcionários para o treinamento em gestão de projetos.							
20. Nossos executivos têm demonstrado disposição para mudança na maneira tradicional de conduzir negócios para chegar à maturidade em gestão de projetos.							

Valor	Conceito
-3	Discordo Totalmente
-2	Discordo
-1	Discordo Parcialmente
0	Nem concordo nem discordo
1	Concordo Parcialmente
2	Concordo
3	Concordo Totalmente