



Pós-Graduação em Ciência da Computação

“Decisius: Um Processo de Apoio à Decisão e sua Aplicação na Definição de um Índice de Produtividade para Projetos de Software”

Por

José Adson Oliveira Guedes da Cunha

Dissertação de Mestrado



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

RECIFE, MARÇO/2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOSÉ ADSON OLIVEIRA GUEDES DA CUNHA

“Decisius: Um Processo de Apoio à Decisão e sua
Aplicação na Definição de um Índice de
Produtividade para Projetos de Software”

*ESTE TRABALHO FOI APRESENTADO À PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DO CENTRO DE
INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
PERNAMBUCO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO.*

ORIENTADOR: Hermano Perrelli de Moura
CO-ORIENTADOR: João Pedro da Cruz Fernandes Thomaz

RECIFE, MARÇO/2008

Cunha, José Adson Oliveira Guedes da
Decisius : Um processo de apoio à decisão e sua
aplicação na definição de um índice de
produtividade para projetos de software / José
Adson Oliveira Guedes da Cunha. – Recife : O
Autor, 2008.
xiii, 135 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal
de Pernambuco. CIn. Ciência da Computação, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia de software. Título.

005.1 CDD (22.ed.) MEI2008-048

A todos aqueles que, com fé e perseverança, alcançam seus objetivos.

Agradecimentos

A Deus, acima de tudo, por ter me dado saúde para que este objetivo fosse concretizado.

Ao Professor Hermano, por ter aceitado o desafio de orientar este trabalho, mostrando sempre os melhores caminhos a serem seguidos, além de transmitir confiança e otimismo.

Ao Professor João Thomaz, uma fonte de conhecimentos presente em todos os momentos, seja quando estava em Lisboa, seja quando estava em Recife, estando sempre disposto a ajudar com dicas e materiais que permitiram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais Adson Antônio e Marilene Oliveira e a meus irmãos Maria Aline e João Edson (o grande Jone) pelo amor e incentivo, proporcionando-me tudo o que precisei.

À DATAPREV, na pessoa do gerente Rômulo Rocha, pelo apoio dado aos incansáveis deslocamentos a Recife, bem como à equipe do projeto SIACI pelo apoio dado na reta final para que pudesse concluir no prazo esta dissertação.

Ao meu grande amigo José Jorge Júnior, com quem aprendi muito ao longo deste mestrado, tendo compartilhado comigo todos os momentos desta jornada, sejam bons ou ruins, estando sempre disposto a ajudar com conselhos e dicas valiosas.

A minha namorada Éllida Falcão, pelo carinho e compreensão nos momentos difíceis.

Ao meu saudoso amigo Rodrigo “Japonês” Medeiros Neto (*in memoriam*), o qual esteve presente nos grandes momentos bons da minha vida e para sempre será lembrado.

Aos membros do CESAR: Jorge Antônio, Gibeon Aquino, Ana Paula e Paulo Caju, por dedicarem um tempo do seu trabalho para participarem do estudo de caso, especialmente a Paula Ferreira e Bruno Freitas, por participarem de todas as sessões.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista.

Resumo

Atualmente, gerentes de projeto estão constantemente procurando maneiras de entregar produtos de qualidade o mais rápido possível. De modo a desempenhar suas atividades, tais gerentes se vêem muitas vezes diante de situações conflitantes, que envolvem questões de médio e grande risco, cujas decisões, caso mal tomadas, podem atrasar o cronograma do projeto, levando-o muitas vezes ao fracasso. Por ser algo tão cotidiano, supõe-se que a tomada de uma decisão seja algo totalmente compreendido e conhecido. No entanto, não é o que acontece. O que se observa é uma ausência, na prática, de um processo formal de apoio à decisão em projetos de software, no sentido de torná-lo uma atividade estruturada na resolução de problemas não estruturados. Dessa forma, de modo a preencher tal espaço no contexto dos projetos de software, esta dissertação propõe o **Decisius**, um processo formal de apoio à decisão, que faz uso da Metodologia de Conferências de Decisão, Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão, SODA (*Strategic Options Development and Analysis*) e MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*).

De modo a aplicar o **Decisius** na prática, verificou-se que, no âmbito da Engenharia de Software, a produtividade é determinada pela interação de muitos fatores, de modo que nenhum fator em especial é capaz de garantir a alta produtividade em um projeto de software. Apesar disso, a produtividade é medida de forma única, através da divisão entre a quantidade produzida pelo esforço necessário. Portanto, torna-se necessário uma forma de medição da real produtividade de um projeto de software levando em consideração os fatores influenciadores para o aumento ou diminuição da mesma, através de uma abordagem multicritério. Dessa forma, o processo proposto foi utilizado para apoiar a decisão na definição de um modelo que possibilite a geração de um índice de produtividade que incorpore os fatores que influenciam no desenvolvimento de um projeto de software.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Avaliação da Produtividade, Processos Decisórios, Conferências de Decisão, Análise Multicritério, MACBETH.

Abstract

Currently, project managers are constantly looking for ways to deliver high-quality products as soon as possible. In order to perform their activities, such managers are often faced with conflicting situations, which involve issues of medium and high risk, whose decisions, if not properly taken, it may delay the schedule of the project, leading it often to fail. As it has been a routine, it is assumed that the taking of a decision is something totally understood and known. However, it is not what happens. What is observed is an absence, in practice, of a formal process to support decision making in software projects, to make it a structured activity, related to the resolution of non-structured problems. Thus, in order to fill this space in the context of software projects, this dissertation proposes the **Decisius**, a formal process of decision support, which makes use of the Decision Conferencing, Multiple Criteria Decision Aiding Approach, SODA (Strategic Options Development and Analysis) and MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique).

In order to implement the **Decisius** in practice, it was found that, within the Software Engineering, productivity is determined by the interaction of many factors, so none factor in particular is capable of ensuring high productivity of a software project. Nevertheless, productivity is measured on a single way by the division between the quantities produced by the effort required. Therefore, it is necessary a way of measuring the real productivity of a software project, taking into consideration the factors that influence the increase or decrease of it through a multicriteria approach. Thus, the proposed process was used to support the decision on the definition of a model that enable the generation of an index of productivity that incorporates the factors that influence the development of a software project.

Keywords: Project Management, Productivity Assessment, Decision Processes, Decision Conferencing, Multiple Criteria Analysis, MACBETH.

Lista de Figuras

Figura 1. Sistema do processo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1993)	24
Figura 2. Matriz dos tipos de opções de escolha	26
Figura 3. Processos de Gerenciamento de Projetos	30
Figura 4. Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos	31
Figura 5. Metodologia de Conferências de Decisão (<i>Decision Conferencing</i>).....	44
Figura 6. Fases do processo recursivo, iterativo e interativo das conferências de decisão (Thomaz, 2005)	45
Figura 7. Função de agregação aditiva.....	52
Figura 8. Etapas do processo de apoio à tomada de decisão (Bana e Costa, 1997)	53
Figura 9. Operação cognitiva quádrupla para construção de um mapa cognitivo.....	56
Figura 10. Exemplo de Mapa Cognitivo	61
Figura 11. Relação de causalidade em mapas cognitivos	61
Figura 12. Árvore de Pontos de Vista.....	64
Figura 13. Tipo de descritores (Thomaz, 2005)	66
Figura 14. Escalas, tipos e características	69
Figura 15. Embasamento teórico do Decisius	77
Figura 16. Fases do Decisius	79
Figura 17. Atividades do Decisius	80
Figura 18. Exemplo de julgamentos consistentes.....	88
Figura 19. Exemplo de julgamentos inconsistentes, com sugestões de modificação	89
Figura 20. Escalas geradas pelo MACBETH.....	89
Figura 21. Alternativa 1 – PVF1 melhor nível, PVF2 e demais PVF's constantes no pior nível.....	91
Figura 22. Alternativa 2 – PVF1 pior nível, PVF2 melhor nível, demais PVF's constantes no pior nível.....	91
Figura 23. Análise de Sensibilidade no Peso	95
Figura 24. Análise de Sensibilidade nos níveis de impacto dos descritores	96
Figura 25. Gráfico XY	97
Figura 26. Análise de Robustez.....	97

Lista de Tabelas

Tabela 1. Distribuição das áreas-chave de processos no CMMI.....	33
Tabela 2. Exemplo de um descritor inadequado para um PVF.....	67
Tabela 3 - Exemplo de Matriz de Ordenação de PVF's	91
Tabela 4. Descritor do PVE 1.1 – Tempo	110
Tabela 5. Descritor do PVE 1.2 – Conhecimento Teórico-Prático	110
Tabela 6. Descritor do PVE 1.3 – Capacidade de Aprendizagem.....	111
Tabela 7. Descritor do PVF 1 – Experiência da Equipe	111
Tabela 8. Descritor do PVE 2.1 – Estrutura Física.....	112
Tabela 9. Descritor do PVE 2.2 – Cultura Organizacional	112
Tabela 10. Descritor do PVF 2 – Ambiente de Trabalho.....	113
Tabela 11. Descritor do PVE 3.1 – Organização.....	113
Tabela 12. Descritor do PVE 3.2 – Liderança.....	114
Tabela 13. Descritor do PVE 3.3 – Trabalho em Equipe.....	114
Tabela 14. Descritor do PVF 3 – Capacidade do Projeto	115
Tabela 15. Descritor do PVE 4.1 – Adaptabilidade.....	116
Tabela 16. Descritor do PVE 4.2 – Automação	116
Tabela 17. Descritor do PVF 4 – Processo.....	117
Tabela 18. Descritor do PVE 5.1 – Complexidade Técnica.....	117
Tabela 19. Descritor do PVE 5.2 – Complexidade do Negócio.....	118
Tabela 20. Descritor do PVF 5 – Complexidade do Projeto.....	118
Tabela 21. Descritor do PVE 6.1 – Volatilidade dos Requisitos.....	119
Tabela 22. Descritor do PVE 6.2 – Envolvimento do Cliente	119
Tabela 23. Descritor do PVE 6 – Cliente	120

Lista de Equações

Equação 1. Valor global de uma alternativa **a** segundo uma regra de agregação aditiva.... 52

Equação 2. Produtividade de Projetos de Software 101

Índice

1. Introdução.....	14
1.1. Motivação	16
1.1.2. A Produtividade em Projetos de Software	17
1.2. Objetivos.....	19
1.2.1. Objetivo Geral.....	19
1.2.2. Objetivos Específicos	19
1.3. Metodologia	20
1.4. Estrutura do Trabalho.....	20
2. Processos Decisórios	22
2.1. Processos Decisórios nas Organizações	25
2.2. Processos Decisórios em Projetos de Software	28
2.2.1. PMBOK <i>Guide - Project Management Body of Knowledge</i>	30
2.2.2. CMMI – Capability Maturity Model Integration	32
2.2.3. ISO/IEC 12207 - Processos de Ciclo de Vida de Software	34
2.3. Considerações Gerais	35
3. Conferências de Decisão e Apoio Multicritério à Decisão.....	37
3.1. Conceitos Fundamentais.....	37
3.1.1. Atores.....	38
3.1.2. Convicções.....	39
3.1.3. Problemáticas	41
3.2. Conferências de Decisão	42
3.2.1. Histórico.....	43
3.2.2. Definição.....	43
3.2.3. Processo	44
3.2.4. Casos de Aplicação.....	47
3.3. Apoio Multicritério à Decisão	48
3.3.1. Histórico.....	49
3.3.2. Definição.....	51
3.3.3. Processo	53
3.3.3.1. Estruturação.....	53

3.3.3.1.1. Abordagem SODA.....	55
3.3.3.1.1.1. Construção de Mapas Cognitivos.....	58
3.3.3.1.2. Estruturação por Pontos de Vista.....	62
3.3.3.1.2.1. Descritores	65
3.3.3.2. Avaliação.....	68
3.3.3.2.1. Abordagem MACBETH.....	69
3.3.3.2.1.1. Noção de diferença de atratividade	70
3.3.3.2.1.2. Obtenção de escalas de valor cardinal.....	71
3.3.3.2.1.3. Obtenção de constantes de escala	72
3.3.3.3. Elaboração das Recomendações.....	73
3.3.4. Casos de Aplicação.....	73
3.4. Considerações Gerais	74
4. Decisius: Um Processo de Apoio à Decisão para Projetos de Software....	76
4.1. Caracterização.....	77
4.2. Fases	79
4.2.1. Identificação do Problema	81
4.2.1.1. Formulação do Problema	81
4.2.1.2. Definição da Problemática	81
4.2.1.3. Definição dos Objetivos.....	82
4.2.1.4. Identificação das Restrições	82
4.2.2. Planejamento	82
4.2.2.1. Escolha do Facilitador.....	82
4.2.2.2. Seleção e Convocação dos Participantes	83
4.2.2.3. Definição do Cronograma das Sessões	83
4.2.3. Estruturação.....	83
4.2.3.1. Elaboração do Mapa Cognitivo	84
4.2.3.2. Elaboração da Árvore de Pontos de Vista.....	85
4.2.3.3. Definição dos Descritores	86
4.2.4. Avaliação	87
4.2.4.1. Definição das Funções de Valor.....	87
4.2.4.2. Definição dos Pesos	89
4.2.4.3. Obtenção dos Valores Globais	93
4.2.5. Revisão.....	93
4.2.5.1. Análise de Sensibilidade	94

4.2.5.2. Análise de Robustez.....	96
4.2.6. Elaboração de Recomendações	98
4.2.7. Gestão do Conhecimento	98
4.3. Considerações Gerais	99
5. Estudo de Caso: Um Modelo de Avaliação da Produtividade de Projetos de Software.....	100
5.1. Identificação do Problema	103
5.2. Planejamento.....	104
5.3. Estruturação	105
5.3.1. Árvore de Pontos de Vista	107
5.3.1.1. PVF 1 – Experiência da Equipe.....	110
5.3.1.2. PVF 2 – Ambiente de Trabalho.....	111
5.3.1.3. PVF 3 – Capacidade do Projeto.....	113
5.3.1.4. PVF 4 – Processo.....	115
5.3.1.5. PVF 5 – Complexidade do Projeto	117
5.3.1.6. PVF 6 – Cliente	118
5.4. Avaliação	120
5.5. Revisão	124
5.6. Elaboração de Recomendações.....	124
5.7. Considerações Gerais	125
6. Conclusões e Trabalhos Futuros	126
Referências.....	129

Capítulo 1

Introdução

“Escolher e preferir são tarefas que o decisor tem de exercer por si próprio - ninguém pode realizá-las por ele, ninguém pode tomar o seu lugar. Mesmo quando, em desespero, ele se abandona ao destino e decide não decidir.” (Milan Zeleny)

No final da década de 40, quando os primeiros computadores eletrônicos começaram a aparecer, a Engenharia de Software estava nascendo. Desde aquele tempo, gerentes de projeto têm experimentado diferentes maneiras de se gerenciar o desenvolvimento de software. Quase 15 anos depois, um processo que começou com programas em linguagens de máquina de propósitos simples desenvolvidos por um único desenvolvedor cresceu na direção de projetos com duração de anos, compostos por equipes de engenheiros de software. O desenvolvimento de software se expandiu, tornando-se uma indústria bilionária, envolvida em todo projeto governamental ou do setor privado.

Atualmente, gerentes de projeto estão constantemente procurando maneiras de entregar produtos de qualidade no prazo estabelecido. De maneira geral, projetos de desenvolvimento de software são como quaisquer outros tipos de projetos, de modo que existem cronogramas a serem cumpridos, recursos a serem gerenciados e objetivos a serem conquistados.

Para que um projeto seja considerado de sucesso, o mesmo deve ser entregue no prazo, dentro do orçamento previsto e atendendo aos requisitos de funcionalidade e de qualidade acordados com o cliente (PMBOK, 2004). Nesse contexto, a gerência de projeto representa um dos aspectos mais críticos para o sucesso dos projetos de software, por proporcionar o planejamento dos mesmos através da definição do escopo, estimativa de custos e prazo, alocação de recursos, controle e acompanhamento (Pressman, 1995).

No entanto, de modo a desempenhar tais atividades, gerentes de projeto se vêem muitas vezes diante de situações conflitantes, que envolvem questões de médio e grande

risco, cujas decisões, caso mal tomadas, podem atrasar o cronograma do projeto, levando-o muitas vezes ao fracasso.

Na maioria das vezes, o gerente de projeto acaba incorporando seus valores intrínsecos, utilizando, de forma muitas vezes inconsciente, todos os recursos pessoais para a busca da solução. Esta utilização se dará, provavelmente, de forma vaga e imprecisa, muitas vezes excluindo variáveis relevantes para a decisão. Além disso, agindo desta forma, o gerente de projeto, se questionado sobre os fatores que influenciaram a sua decisão, estará impossibilitado de dar uma resposta consciente e satisfatória. Esta ausência de conscientização é percebida, de forma mais séria, na maneira como muitos gerentes de projeto tentam resolver suas questões de decisão: partem para a chamada resolução antes mesmo de refletir sobre a natureza real de seu problema, caracterizando assim um problema comum na área de gerência de projetos de software, na qual a resolução de problemas, na maioria das vezes, é realizada por “tentativa e erro” (Thomaz, 2005).

Na busca apressada por uma solução para o problema, o gerente de projeto pode perder o foco do seu problema real, correndo o risco de solucionar o problema errado, exatamente pela falta de entendimento do problema e de todo o contexto onde este está inserido, comprometendo o andamento, e conseqüentemente, o sucesso do projeto. Tal situação tem sido estudada por diversos autores na área da psicologia e gestão estratégica, tendo sido verificada a falta de preparação dos decisores para resolução de problemas (French, 1986; Russo et al., 1989; Bell et al., 1988).

Basicamente, os problemas podem ser classificados em: estruturados, semi-estruturados e não estruturados. Os problemas estruturados são aqueles cuja solução pode ser alcançada seguindo-se processos lógicos e muito bem definidos. Tais problemas são rotineiros e repetitivos; por isso, são programáveis em computador. Nessa situação, a ação é conhecida, e a decisão está sujeita a resultados conhecidos, ou seja, as conseqüências são conhecidas (Binder, 1994). Os problemas semi-estruturados usam determinados modelos matemáticos nas partes estruturadas do problema que está sendo analisado. As decisões finais devem ser tomadas com base em critérios subjetivos e de difícil quantificação. Partes estruturadas do problema podem ser solucionadas com um programa de computador, e outras são resolvidas pelo julgamento do decisor. Os problemas não estruturados, por sua vez, são os problemas para os quais não existem processos lógicos e bem definidos para resolução. Devido a seu caráter não

quantificável, sua resolução é fruto da intuição humana, estando sujeita a probabilidades desconhecidas, ou a possibilidades subjetivas, sendo o alvo desta dissertação.

Diante da necessidade para compreender a complexidade de problemas não estruturados e administrar todos os fatores envolvidos neste processo, é preciso que os gerentes de projeto façam uso de um processo formal de apoio à decisão.

1.1. Motivação

No dia-a-dia e praticamente a todo o instante, as pessoas têm de tomar decisões, sejam elas simples ou complexas. Para qualquer situação, questiona-se: O que deve ser feito? Qual é a sua decisão? Já identificou o problema? E quais as possíveis soluções alternativas?. Estas questões norteiam a vida de todas as pessoas, e em particular, de gerentes de projeto diante de situações conflitantes ao longo do ciclo de vida dos processos de desenvolvimento de software. Por ser algo tão cotidiano, supõe-se que a tomada de uma decisão seja algo totalmente compreendido e conhecido. No entanto, não é o que acontece. O que se observa é uma ausência, na prática, de um processo formal de apoio à decisão em projetos de software, no sentido de torná-lo uma atividade estruturada na resolução de problemas não estruturados. Na primordial questão, “o que é o termo decisão?”, uma possível resposta seria considerar decisão como um processo complexo e abrangente que se inicia com a percepção da necessidade de uma mudança e que tem o seu término na escolha de um curso de ação, entre os vários viáveis, e na sua implementação (Ensslin, 1997).

Em projetos de software, diante de seu caráter único, problemas emergem de forma não estruturada. No âmbito da Engenharia de Software, o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) nível 3 apresenta uma área de processo, enquadrada na disciplina de Apoio, chamada Análise de Decisão e Resolução, cujo propósito é recomendar soluções através de um processo formal que possibilite a avaliação de alternativas diante dos critérios estabelecidos.

Por se tratar de um modelo, o CMMI apresenta o que deve ser feito, mas não como deve ser feito. Diante da existência de várias metodologias para estruturação de problemas complexos, apresentados por Rosenhead (1989), como a Abordagem SODA (*Strategic Options Development and Analysis*), a Abordagem da Escolha Estratégica, a Análise de Robustez, a Abordagem Hipergame, a Abordagem Metagame e a *Soft Systems Methodology* (SSM), bem como de várias abordagens multicritério de apoio à

decisão, como MACBETH, AHP, ELECTRE, PROMETHEE (Roy, 1968), torna-se necessária a especificação de um processo formal de apoio à decisão a ser utilizado como apoio à gerência de projetos ao longo do ciclo de vida de projetos de software, na resolução de problemas não estruturados, de forma a possibilitar uma tomada de decisão de maneira clara e consistente.

1.1.2. A Produtividade em Projetos de Software

Nos termos padrões da Economia, a produtividade de um modo geral é a relação entre a quantidade de bens ou serviços produzidos e a despesa ou trabalho necessário para produzi-los (Jones, 1996). Conseqüentemente, a produtividade de software é a relação entre a quantidade de software produzida e a despesa ou trabalho para produzi-la. Apesar de simples na teoria, na prática tal medição se torna um problema não muito trivial.

Diversos estudos ao longo da história da Engenharia de Software procuraram identificar que fatores influenciam na produtividade e qualidade no desenvolvimento de software. Scacchi (1995) realizou um estudo, no qual discute as várias abordagens de medição da produtividade, bem como os fatores que afetam a produtividade, sugerindo a construção de um sistema de modelagem e simulação da produtividade em projetos de software baseado em conhecimento. Em seu estudo, Scacchi identificou dezoito fatores, dividindo-os em três grupos: os relacionados com o ambiente de desenvolvimento, com o produto a ser desenvolvido e com a equipe envolvida. Jones (1986) aponta mais de quarenta variáveis que podem influenciar na produtividade do desenvolvimento de software. O modelo de estimativa de custo COCOMO II (Boehm, 1996) divide os fatores em quatro grupos: relacionados com o produto, com os computadores utilizados no projeto, com a equipe de pessoas envolvida e com o projeto (que inclui práticas de desenvolvimento). White (1999) divide os fatores em quatro grupos: relacionados com o produto, com a equipe de pessoas envolvidas, com a tecnologia utilizada e com o processo utilizado. De acordo com Chiang (2004), a melhoria na produtividade no desenvolvimento de software se dá através do balanceamento de três pilares do gerenciamento de software: tecnologia, pessoas e processo. Clincy (2003) realizou um estudo com líderes de projeto de diferentes organizações e concluiu que as áreas que mais impactam na habilidade da organização de aumentar sua produtividade são: estrutura e clima organizacional, sistemas de recompensa, processos de

desenvolvimento de software e uso de ferramentas. Taylor (2005) concluiu que, além dos demais fatores, o foco na melhoria da cultura organizacional pode trazer grandes benefícios na produtividade da organização.

Outros trabalhos, além de realizar análises dos vários fatores que afetam a produtividade e qualidade, apontam padrões de comportamento e organização de projetos de software que possibilitam alta produtividade. Bailey et al. (1981) concluíram que a alta produtividade está diretamente relacionada com o uso de metodologia de desenvolvimento de software disciplinada. Já Behrens (1983) concluiu em sua análise realizada em vinte e cinco projetos de desenvolvimento de software que o tamanho do projeto, o ambiente de desenvolvimento e linguagem de programação impactam na produtividade. Em particular, o autor concluiu que pequenos times produzem mais código do que grandes times. Boehm (1981) reporta que a produtividade em um projeto de desenvolvimento de software é mais fortemente afetada por aqueles que desenvolvem o sistema e pela forma como estes estão organizados e gerenciados como time. Scacchi (1984) complementa esta evidência revisando alguns relatórios sobre gerenciamento de grandes projetos. Nesta revisão, ele confirma que quando projetos são mal gerenciados ou organizados, a produtividade é substancialmente mais baixa do que o normal.

DeMarco (1999) em seu trabalho que envolveu a análise de aproximadamente 600 desenvolvedores de 92 organizações, defende que os principais problemas de produtividade estão relacionados a fatores humanos e organizacionais e não a fatores técnicos como muitos defendem. O autor apresenta, inclusive, uma série de experimentos realizados com o objetivo de identificar tais fatores e em seus resultados fica explícita tal afirmação. Nestes experimentos, fatores como linguagem de programação adotada, faixa salarial e experiência na função não influenciam significativamente na produtividade. Já outros fatores, como espaço físico individual e nível de ruído no ambiente de trabalho afetam de um modo muito intenso.

De fato, a produtividade é determinada pela interação de muitos fatores, de modo que nenhum fator em especial é capaz de garantir a alta produtividade em um projeto de *software*. Altos níveis de um determinado fator podem beneficiar o aumento da produtividade, mas um fator isoladamente não é suficiente para a obtenção de um alto nível de produtividade.

Apesar disso, a produtividade é medida de forma única, através da divisão entre a quantidade produzida (geralmente medida em linhas de código ou pontos de função) pelo esforço necessário (geralmente medido em horas ou homem-mês).

Dessa forma, torna-se necessária uma forma de medição da real produtividade de um projeto de software levando em consideração os fatores influenciadores para o aumento ou diminuição da mesma, através de uma abordagem multicritério.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é definir um processo formal de apoio à decisão para projetos de software tendo em vista a resolução de problemas não estruturados através da aplicação de metodologias e técnicas de sólida base teórica: Metodologia de Conferências de Decisão, Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão, SODA (*Strategic Options Development and Analysis*) e MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*).

A partir da definição do mesmo, pretende-se apoiar a decisão na definição de um modelo de avaliação da produtividade que incorpore os fatores que influenciam no desenvolvimento de um projeto de software.

1.2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- Apresentar a importância da tomada de decisão através de procedimentos sistemáticos, na Engenharia de Software, através da utilização de metodologias e técnicas de sólida base teórica;
- Realizar uma fundamentação teórica sobre as metodologias e técnicas de apoio à decisão utilizadas na definição do processo formal;
- Propor um processo formal de apoio à decisão para projetos de software, apresentando suas fases, atividades e marcos, tendo em vista a resolução de problemas não estruturados;

- Construir, como estudo de caso, um modelo multicritério de apoio à decisão que possibilite gerar um índice de produtividade baseado nos fatores que influenciam a produtividade dos projetos de software.

1.3. Metodologia

O desenvolvimento desta dissertação dividiu-se em dois momentos com focos distintos. No primeiro momento, a pesquisa teve um caráter eminentemente exploratório, sendo realizada uma revisão bibliográfica para a concepção do processo formal de apoio à decisão proposto. No segundo momento, o foco passou à elaboração do modelo de avaliação da produtividade de projetos de software construído através do processo.

A estruturação do problema proposto no estudo de caso se deu através de sessões de conferências de decisão, nas quais o autor da dissertação, juntamente com seu co-orientador, nos papéis de analista de decisão e facilitador, conduziram um grupo de seis pessoas experientes em suas áreas de atuação, com base na aplicação interativa do método de mapeamento cognitivo e da estruturação por pontos de vista, utilizando-se também de método multicritério compensatório (MACBETH) para avaliar as alternativas, sendo realizadas, em seguida, análises de sensibilidade e robustez, de modo a validar os resultados do modelo e elaborar, assim, as recomendações.

1.4. Estrutura do Trabalho

O Capítulo 2 apresenta o conceito dos processos decisórios, apresentando um paralelo sobre o apoio à decisão em projetos de software.

O Capítulo 3 apresenta uma fundamentação teórica sobre as metodologias e técnicas que embasam este trabalho. As Metodologias de Conferências de Decisão e de Apoio Multicritério à Decisão são definidas, sendo apresentado um breve histórico e casos reais de aplicação. São apresentadas as metodologias utilizadas para as fases de estruturação (Mapas Cognitivos e Estruturação por Pontos de Vista) e avaliação (MACBETH). Neste Capítulo também são apresentados os conceitos básicos que norteiam este trabalho, sendo definidas as convicções e problemáticas, bem como os atores que fazem parte de um processo decisório de forma geral.

O Capítulo 4 apresenta o **Decisius**, um processo formal de apoio à decisão para projetos de software tendo em vista a resolução de problemas não estruturados. Neste Capítulo são apresentadas as fases, com suas respectivas atividades e marcos.

O Capítulo 5 apresenta uma aplicação prática do processo com a resolução de um problema real. Neste capítulo, são descritas todas as fases para atingir o objetivo final do processo: a definição de um índice que reflita a real produtividade de projetos de software, baseado nos vários fatores que afetam (positivamente ou negativamente) a produtividade de projetos de software.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões e recomendações para trabalho futuro.

Capítulo 2

Processos Decisórios

“Nada é mais difícil, e portanto, mais precioso, do que ser capaz de decidir”
(Napoleão Bonaparte)

A palavra “decisão” é formada por *de* (que em latim significa parar, extrair, interromper) que se antepõe à palavra *caedere* (que significa cindir, cortar). Tomada ao pé da letra, a palavra “decisão” significa “parar de cortar” ou “deixar fluir”.

O termo “decisão” é uma das palavras mais pronunciadas e ouvidas e a sua correta aplicação, a mais almejada. Segundo Kirkwood (1997), um elemento essencial para que uma decisão possa ser produzida é a existência de alternativas, ou seja, a necessidade de se ter de fazer uma escolha de entre, pelo menos, duas coisas diferentes, de que só uma pode ser selecionada. Portanto, se não existirem alternativas poderá existir um problema, mas não haverá um problema de decisão.

Uma decisão precisa ser tomada sempre que se está diante de um problema que possui mais de uma alternativa para sua solução. Mesmo quando, para solucionar um problema, existe apenas uma única ação a tomar, tem-se as alternativas de tomar ou não essa ação. De acordo com Malczewski (1999), decisões são necessárias quando uma oportunidade ou problema existe, ou quando algo não é o que deveria ser ou, ainda, quando existe uma oportunidade de melhoria ou otimização. Uma decisão é considerada boa quando é baseada nos vários critérios que constituem o problema, com suas devidas importâncias, de modo que não emirjam dúvidas diante de sua ratificação.

Um problema é normalmente definido como a distância (“*gap*”) existente entre o estado desejado e o estado atual. Duas considerações podem ser incorporadas a esta definição: (1) que tal distância é difícil de ser eliminada e (2) que ela é importante segundo o juízo de valor dos atores envolvidos (Smith, 1989). Um problema seria, então, um relacionamento desarmônico entre a realidade e as preferências de um ator, envolvendo uma situação onde alguém deseja que alguma coisa seja diferente de como ela é, e não está muito seguro de como obtê-la (Eden et al., 1983).

Segundo March (1994 in Thomaz, 2000, p. 3), a tomada de decisão é a atividade que interpreta a ação como uma escolha racional. Normalmente, segundo o autor, o

termo racional é interpretado como equivalente a “inteligente” ou “bem sucedido”, o que descreve as ações como tendo tido os resultados desejados. No entanto, racionalidade deve ser definida como um conjunto particular e muito familiar de procedimentos para fazer escolhas.

As teorias de escolha racional assumem os processos de decisão como baseados nas conseqüências das ações ou em preferências dos atores. São baseados nas conseqüências no sentido em que a ação depende da antecipação dos efeitos futuros das ações correntes, sendo as alternativas interpretadas em termos das conseqüências esperadas. São baseados em preferências no sentido em que as conseqüências são avaliadas em termos das preferências pessoais, sendo as alternativas comparadas em termos da extensão para as quais as conseqüências esperadas são consideradas como servindo as preferências do decisor (March, 1994 in Thomaz, 2000, p. 3).

Ainda segundo o autor, pode-se considerar que um procedimento racional é aquele que segue a lógica da conseqüência, fazendo a escolha depender da resposta a quatro questões básicas:

- Questão das alternativas: Que ações são possíveis?
- Questão das expectativas: Quais as conseqüências futuras de cada alternativa?
- Questão das preferências: Qual o valor (para o decisor) das conseqüências associadas a cada alternativa?
- Questão da regra de decisão: Como será feita a escolha entre as alternativas em termos de valor (importância) das suas conseqüências?

Em sua dimensão mais básica, um processo de tomada de decisão pode conceber-se como a eleição por parte de um centro decisor (um indivíduo ou um grupo de indivíduos) da melhor alternativa entre as possíveis. O problema analítico consiste em definir o melhor e o possível em um processo de decisão (Romero, 1996). Segundo Zeleny (1994), a tomada de decisão é um esforço para tentar resolver problema(s) de objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da solução ótima e conduz à procura do “melhor compromisso” ou “melhor escolha”.

Tomar decisões complexas é, de modo geral, uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos de indivíduos, pois quase sempre tais decisões devem atender a múltiplos objetivos, e frequentemente seus impactos não podem ser corretamente identificados. Os grupos envolvidos em decisões, sejam elas

complexas ou não, realizam processos sociais que transformam uma coleção de decisões individuais em uma ação conjunta (French, 1988 in Gomes et al., 2006, p. 3). As decisões são tomadas ora usando parâmetros quantitativos, ora usando parâmetros de mensuração qualitativa, com forte característica subjetiva.

Segundo Bana e Costa (1993), conforme ilustrado na Figura 1, um processo de decisão é um sistema de relações entre elementos de natureza objetiva, isto é, de características de ações e elementos de natureza subjetiva resultantes do sistema de valores dos atores e da definição não muito clara do contexto de decisão. Estes tipos de elementos estão intrinsecamente ligados e nenhum poderá ser esquecido no apoio à decisão. Dessa forma, o processo de decisão deve considerar tanto os aspectos objetivos, inerentes às características das alternativas a serem avaliadas, bem como os aspectos subjetivos, inerentes aos juízos de valor das pessoas presentes no contexto do problema de decisão.

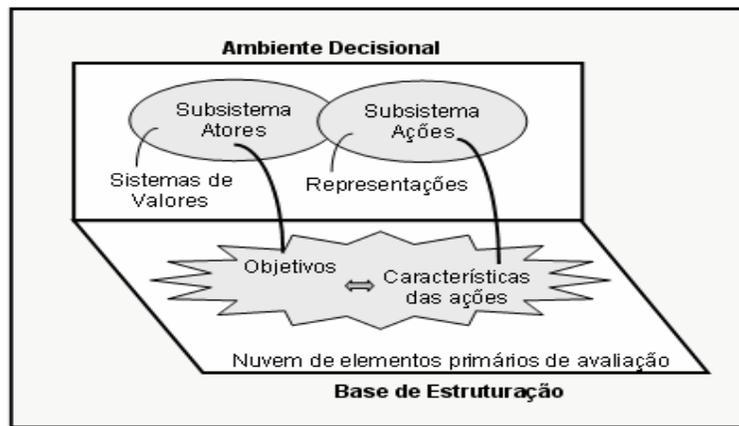


Figura 1. Sistema do processo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1993)

Um processo de apoio à decisão não trata da aplicação de modelos pré-definidos, mas sim da construção de um modelo próprio para cada situação, a partir das interações com e entre estes dois subsistemas de onde emergirá, pouco a pouco, uma “nuvem de elementos primários de avaliação”, alguns como “normas” e objetivos (fins a atingir) dos atores (de caráter subjetivo), outros, como características das ações (de caráter objetivo) (Bana e Costa, 1993). Os modelos gerados podem servir de apoio para a resolução de problemas similares, com seus devidos ajustes.

No que se refere ao subsistema dos atores, uma das características básicas dos atores é que cada um traz consigo e incorpora à situação problemática, o seu próprio sistema de valores, de tal modo que os valores de um ator condicionam a formação dos

seus objetivos, interesses e aspirações, os quais são muitas vezes imprecisos, instáveis e expostos a conflitos internos (Bana e Costa, 1993). Outra característica importante do subsistema dos atores refere-se às várias funções que os atores podem assumir, permitindo a identificação do tipo e grau de intervenção de cada um deles, assim como o seu poder de influenciar a tomada de decisão (Thomaz, 2000).

Em alguns casos, a atividade de decisão pode reduzir-se à atividade de uma só pessoa, a qual será, também, responsável pela decisão final. No entanto, este ato final é, quase sempre, resultado de uma série de atividades anteriores de reflexão, de discussão, de estudos, de negociação etc.

As etapas anteriores à decisão final podem ser caracterizadas por decisões intermediárias, ou “pequenas decisões”, que podem ser entendidas como fragmentos da decisão final, ou ainda, como condicionantes desta. Roy (1985 in Thomaz, 2000, p. 4) salienta que, nestas condições, a decisão final nada mais é do que uma simples parte da decisão global, a qual geralmente se resume a uma simples ratificação, ou confirmação, das várias decisões anteriores. Da mesma forma, as decisões intermediárias, ou parciais, podem ser hierarquizadas formando um conjunto que representa a decisão global. Assim, a decisão global pode ser vista como uma síntese de várias decisões parciais.

Com esta visão de processo, tem-se que a decisão global elabora-se de uma forma mais ou menos caótica, com base na confrontação permanente de sistemas de preferências de diferentes atores, ao longo de concomitantes e/ou sucessivas interações (Roy, 1985 in Thomaz, 2000, p. 4). Tais interações estão inseridas em um meio de interesses e poderes que influenciam as ações e as relações destes atores. É justamente o desenrolar destas interações com a intenção de compensar e ampliar o sistema de preferências dos atores que se denomina um processo de apoio à decisão.

2.1. Processos Decisórios nas Organizações

No mundo atual, particularmente no ambiente empresarial, em um mercado globalizado cada vez mais competitivo, as decisões devem ser tomadas de forma rápida e correta, buscando minimizar perdas, maximizar ganhos e criar uma situação em que comparativamente o decisor julgue que houve elevação entre o estado da natureza em que se encontrava e o estado em que irá encontrar-se após implementar a decisão (Gomes, 2006). Os processos decisórios, quando bem definidos, são importantes para a

resolução da maior parte dos problemas enfrentados pelas organizações, como gestão de crises, seleção de opções, atribuição de prioridades, alocação de recursos e estratégia.

A gestão de crises envolve a necessidade de identificar a crise (ou seja, a situação instável de perigo ou de dificuldade extrema), planejar uma resposta e resolver a crise. Neste contexto, considera-se fundamentalmente a necessidade imediata de ter uma resposta rápida e eficaz para enfrentar uma crise, sendo necessário identificar as questões e os objetivos principais; examinar as perspectivas e organizar os dados; desenvolver cenários alternativos para os eventos futuros; criar opções para gerir o futuro incerto; avaliar as opções e os riscos; determinar os níveis de resposta e examinar a sua robustez; construir um programa de ações contingentes e, por fim, monitorar os eventos da crise e adaptar os planos para assegurar que os objetivos serão alcançados (Enterprise LSE, 2008).

Na seleção de opções considera-se a necessidade de determinar qual a melhor opção em termos globais, quando nenhuma delas é a melhor em todos os critérios simultaneamente. A matriz da Figura 2 ilustra quatro tipos de opções. As opções “ouro” são aquelas que todos procuram, uma vez que poupam dinheiro e dão um benefício positivo. As opções “verdes” são as mais comuns, pois custam dinheiro, mas dão um benefício positivo. As opções “vermelhas” são aquelas que não apresentam razões para a sua implementação, pois custam dinheiro e produzem um benefício negativo. As opções “azuis” são caminhos para uma redução de custos, mas com perda de benefícios (Morgan, 2002).

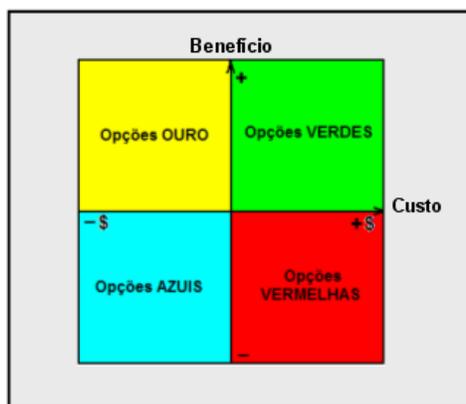


Figura 2. Matriz dos tipos de opções de escolha

Para que a escolha seja feita, é necessário identificar as opções e os critérios pelos quais estas serão julgadas; avaliar as opções segundo cada critério e a importância

relativa (pesos) de cada um; determinar a ordenação global das opções; conduzir análises de sensibilidade para verificar como diferentes julgamentos afetam a ordem das opções; comparar as opções e identificar as suas vantagens e desvantagens e, se possível, gerar melhores opções. Finalmente, desenvolver um plano de ação que seja baseado, mas não estabelecido, nos resultados do modelo (Enterprise LSE, 2008).

A atribuição de prioridades é um processo em que as operações são executadas segundo uma precedência determinada por um sistema de prioridades (Webster, 2008). Neste contexto, considera-se a necessidade de focalizar o esforço no sentido de obter um acordo quanto ao estabelecimento de prioridades, de uma forma clara e com um plano de trabalho definido, sendo necessário descrever o plano atual de cada projeto e desenvolver atividades alternativas para aproveitar as vantagens das oportunidades e enfrentar as ameaças; avaliar o plano e as atividades para os benefícios esperados (previstos); considerar os *trade-offs* entre os projetos (o que se está disposto a ganhar em um projeto para perder em outro); selecionar novos planos para os projetos de forma a criar o *portfolio* mais benéfico; examinar as mudanças nas prioridades das atividades face à disponibilidade de recursos e explorar os *trade-offs* entre projetos. Dessa forma, o gestor responsável poderá, então, decidir fundamentadamente por um *portfolio* (Enterprise LSE, 2008).

A alocação de recursos é um plano ou atividade de utilização dos recursos disponíveis, especialmente no curto prazo, para alcançar os objetivos planejados para o futuro (Infopedia, 2008 in Thomaz, 2005, p. 101). Neste contexto, considera-se a necessidade de encontrar e acordar, coletivamente, a melhor alocação dos recursos disponíveis, fazendo o melhor uso possível desses recursos, sendo necessário analisar o estado atual (*status quo*) para cada categoria orçamental e desenvolver opções que requeiram mais ou menos recursos; avaliar as alternativas diante dos objetivos da organização; julgar os *trade-offs* entre as categorias orçamentais e entre os objetivos; selecionar as opções e criar um *portfolio* que faça, em termos coletivos, o melhor uso dos recursos disponíveis e explorar possíveis alterações nas alternativas, se mais ou menos recursos estiverem disponíveis. Assim o gestor poderá criar um *portfolio* que faça uma mais eficiente alocação de recursos (Enterprise LSE, 2008).

A estratégia é o conjunto de meios e planos de ação de longo prazo que definem os rumos possíveis a seguir, no futuro, diante de circunstâncias previstas, para atingir um fim ou um objetivo particular (Webster, 2008). Nesta área há a necessidade de criar uma visão estratégica partilhada do propósito corporativo para o futuro, mudando a

organização para obter uma maior eficiência, sendo necessário examinar as suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças (análise SWOT); desenvolver cenários alternativos para descrever possíveis eventos futuros (políticos, econômicos, sociais e tecnológicos) da organização; acordar os objetivos, missão e visão; gerar opções estratégicas para mover a organização para essa visão; modelar os julgamentos do grupo sobre como os objetivos serão enquadrados na estratégia; julgar os *trade-offs* entre os objetivos; encontrar a estratégia globalmente preferida para atingir os objetivos e traduzi-la em ações, ganhando o compromisso em toda a organização.

O processo decisório dentro das organizações está tão presente que se pode confundir administração com tomada de decisão. Isto acontece em todos os níveis, seja no chão de fábrica ou no topo responsável pela administração estratégica da empresa. A importância da tomada de decisão na organização é bastante clara e pode ser percebida empiricamente em qualquer análise organizacional. Essa relação é tão estreita que é impossível pensar a organização sem considerar a ocorrência constante do processo decisório. Hoppen (1992), percebendo a organização como um sistema em constante mudança, acredita que as atividades da empresa, em todos os seus níveis hierárquicos, são essencialmente atividades de tomada de decisão e de resolução de problemas. Pesquisadores teóricos e empíricos, bem como administradores, têm dedicado grande parte de seus esforços no intuito de melhorar e conduzir o processo de tomada de decisão. No passado, quando os eventos aconteciam mais vagarosamente, o empirismo e a experiência eram bem mais eficientes que hoje em dia através do processo de “tentativa e erro” e da política do “dar e receber”. Atualmente, os gerentes e pessoas envolvidas nos diversos processos decisórios das organizações necessitam de suporte (mesmo científico) para que as decisões sejam tomadas de uma forma mais satisfatória. Tal processo precisa ser bem compreendido, de modo que ferramentas, métodos e modelos precisam estar disponíveis no momento da tomada de decisão.

2.2. Processos Decisórios em Projetos de Software

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), um projeto é um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas de início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos. De acordo com o *Project Management Institute* (PMI) (PMBOK, 2004), um projeto é um empreendimento

temporário, planejado, executado e controlado, com objetivo de criar um produto ou serviço único.

Para que um projeto de software seja bem sucedido, é necessário que alguns parâmetros sejam corretamente analisados, como por exemplo o escopo do software, os riscos envolvidos, os recursos necessários, as tarefas a serem realizadas, os indicadores a serem acompanhados, os esforços e custos aplicados e a sistemática a ser seguida. A análise de todos estes parâmetros seria a função típica do gerenciamento de projetos, que em geral se inicia antes do trabalho técnico e prossegue à medida que a entrega do software vai se concretizando (Pressman, 1995).

A tomada de decisão é uma atividade importante e complexa na Engenharia de Software, sendo normalmente um processo não sistemático, uma vez que tipicamente se baseia em experiência pessoal sem o uso de modelos explícitos.

Hoje em dia existem diversos questionamentos a respeito da qualidade da tomada de decisão dos gerentes de projeto de software. Pode-se citar o fato de as empresas pagarem caro pelos re-trabalhos causados pelas decisões tomadas precipitadamente por seus gerentes. Tal fato acontece na grande maioria das vezes pela falta de suporte à tomada de decisão no meio gerencial, visto que quase não existe um processo formal que auxilie no planejamento e organização das tomadas de decisões na área de Tecnologia da Informação. Sabe-se, ainda, que a inexistência ou a ineficácia do uso de um processo leva, muitas vezes, as empresas a prejuízos incalculáveis, uma vez que o risco de se tomar uma decisão baseada apenas na percepção limitada de cada gerente é muito grande. Contudo, este risco não é apenas financeiro, mas também de âmbito estratégico. As tomadas de decisão apoiadas em um processo formal de apoio à decisão permitem ao gerente de projetos maior segurança para ajudá-lo a perceber, dentre inúmeras escolhas, qual a mais adequada ao seu negócio e às metas de seu projeto.

Durante o planejamento do projeto, problemas específicos podem ser identificados como sendo críticos o suficiente para serem resolvidos através de um processo formal, como a definição de questões arquiteturais e de *design*; uso de componentes COTS (*Commercial Off-The-Shelf*); seleção de fornecedores; definição de ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento; priorização de requisitos a serem implementados; dentre outros.

O desenvolvimento de software é um processo que envolve a constante tomada de decisão por parte de seus membros. Um gerente de projetos, por exemplo, tem um

grande conjunto de fatores a considerar, várias atividades para planejar e diferentes decisões a tomar. Para auxiliar em suas decisões, um gerente pode recorrer a diversas fontes, como livros, artigos, publicações na internet e grupos de discussão disponíveis. No entanto, o gerente de projetos pode não dispor do tempo necessário para investigar esses recursos, necessitando assim de formas que ajudem e guiem o mesmo em suas decisões (Rus et al., 2002).

As próximas seções abordam como os principais modelos e guias da Engenharia de Software abordam o apoio à decisão em projetos de software.

2.2.1. PMBOK Guide - Project Management Body of Knowledge

Em 1987, o *Project Management Institute* (PMI) publicou o primeiro conjunto de padrões em gerenciamento de projetos, chamado *The Project Management Body of Knowledge* (PMBOK Guide), no qual descreve a somatória de conhecimento e as melhores práticas dentro da profissão de gerência de projetos.

Segundo o PMBOK (2004), gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender os requisitos das partes interessadas. De acordo com Vargas (2000), o gerenciamento de projetos pode ser aplicado a qualquer situação onde exista um empreendimento que foge ao que é fixo e rotineiro na empresa (*ad hoc*).

Satisfazer ou exceder as necessidades envolve equilibrar as várias demandas concorrentes em relação ao escopo, tempo, custo e qualidade; partes interessadas com necessidades e expectativas diferenciadas; e requisitos identificados (necessidades) e requisitos não identificados (expectativas).

Para cobrir todas as áreas que fazem parte da gerência de projetos, o PMBOK se subdividiu em processos, conforme a Figura 3.

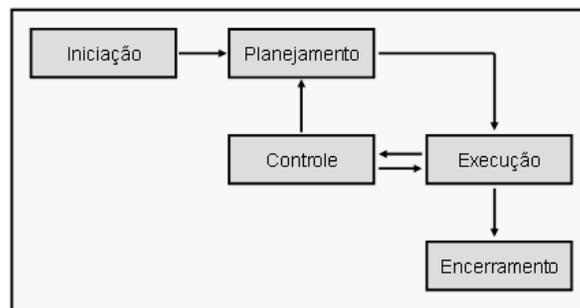


Figura 3. Processos de Gerenciamento de Projetos

Cada processo se refere a um aspecto a ser considerado dentro da gerência de projetos e, todos os processos devem estar presentes quando da execução do projeto para que esse tenha sucesso. O conjunto de conhecimentos técnicos de gerenciamento de projetos necessários para que o perfeito desempenho da função percorre nove áreas do conhecimento, conforme a Figura 4.

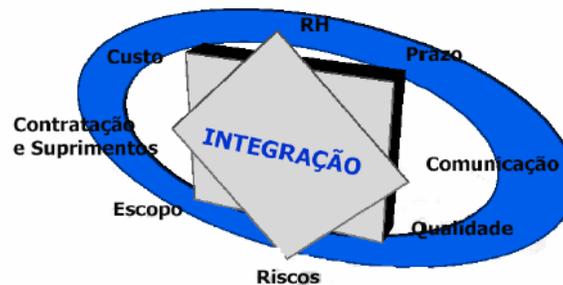


Figura 4. Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos

O gerenciamento da integração tem como objetivo realizar as negociações dos conflitos entre objetivos e alternativas do projeto com a finalidade de atingir ou exceder as necessidades e expectativas de todas as partes interessadas. O gerenciamento de escopo consiste em definir e controlar o que deve e o que não deve estar incluído no projeto. O gerenciamento do prazo propicia a garantia do término do projeto no tempo certo através da definição, ordenação e estimativa de duração das atividades, assim como da elaboração e controle do prazo. O gerenciamento do custo tem como objetivo principal garantir que o projeto seja executado dentro do orçamento aprovado, através do planejamento de recursos, estimativa, orçamento e controle dos custos. O gerenciamento da qualidade do projeto consiste na garantia de que o projeto vai satisfazer as exigências para as quais foi contratado. O gerenciamento dos recursos humanos propicia a garantia do melhor aproveitamento das pessoas envolvidas no projeto. O gerenciamento da comunicação tem como objetivo principal a garantia de uma adequada geração, coleta, disseminação, armazenamento e disposição final das informações do projeto. O gerenciamento do risco consiste em maximizar os resultados de ocorrências positivas e minimizar as conseqüências de ocorrências negativas. Por fim, o gerenciamento das contratações e suprimentos possibilita a obtenção de bens e serviços externos à organização executora.

O PMBOK não aborda explicitamente a atividade de apoio à decisão em suas áreas de conhecimento em se tratando de problemas não estruturados, nos quais a

utilização de métodos de otimização não se faz adequada. Nesse caso, fica a cargo do gerente de projetos tomar decisões de forma intuitiva para colocar na prática as áreas de conhecimento descritas no PMBOK de maneira satisfatória.

2.2.2. CMMI – Capability Maturity Model Integration

Em 1987, o *Software Engineering Institute* (SEI) sob a coordenação de Watts Humphrey gerou a primeira versão do que veio a se chamar de modelo CMM. Segundo Humphrey (1987), o modelo era composto pelos documentos de maturidade de processo e pelo questionário de maturidade. Em 1991, o SEI evoluiu a estrutura de maturidade de processo para o chamado *Capability Maturity Model for Software* (SW-CMM).

O SW-CMM é baseado em cinco estágios de maturidade. Tais estágios são caracterizados pela existência (definição, documentação e execução) de determinados processos dentro da organização, chamados de “áreas-chave de processos”. A qualidade da execução do processo, o nível de acompanhamento desta execução e a adequação dos processos ao projeto são alguns dos fatores medidos para determinar o nível de maturidade da organização. As “áreas-chave de processos” podem ser classificadas de acordo com a categoria do processo (gerência, organização e engenharia) e o seu nível de maturidade.

Como decorrência da evolução do modelo SW-CMM, em 2000, foi lançado um novo produto: o CMMI. O CMMI agrega, além da representação por estágios, a representação contínua. Na representação contínua, existem as “áreas-chave de processos”, mas essas não estão distribuídas em níveis, elas é que contêm graus de capacidade. Tais processos devem ser selecionados pela organização e evoluídos de acordo com os objetivos organizacionais.

A representação contínua é representada por níveis de capacidade, perfis de capacidade, estágio alvo e estágio equivalente (relação dessa representação em relação à representação por estágio) como princípios de organização dos componentes do modelo, o qual é composto por seis níveis de capacidade designados pelos números de 0 a 5, correspondendo aos níveis incompleto (0), executado (1), gerenciado (2), definido (3), gerenciado quantitativamente (4) e otimizado (5).

O modelo também é subdividido em áreas de processos e tem quatro categorias: Processos de Gerência de Processo, Processos de Gerência de Projeto, Processos de Engenharia e Processos de Apoio. A Tabela 1 mostra as “áreas-chave de processos”

dentro das categorias do CMMI. Os grupos de área de processo básicos são os que estão no nível 1, considerados essenciais para alcançar o propósito da área de processo. As práticas avançadas são as que estão presentes nos níveis maiores do que 1.

Tabela 1. Distribuição das áreas-chave de processos no CMMI (Sotille, 2006)

Categories de processo	Grupo de área de processo	Processos
Processos de Gerência de Processo	Básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Foco no processo organizacional ▪ Definição do processo organizacional ▪ Treinamento organizacional
	Avançado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Execução do processo organizacional ▪ Entrega e inovação organizacional
Processos de Gerência de Projeto	Básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planejamento de Projeto ▪ Monitoramento e controle de projeto ▪ Gerência de "contratos" com fornecedores
	Avançado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerência de projeto integrada ▪ Gerência de risco ▪ Gerência de projeto quantitativa
Engenharia		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento de requisitos ▪ Gerência de requisitos ▪ Solução técnica ▪ Integração de produto ▪ Verificação ▪ Validação
Processos de Apoio	Básico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gerência de configuração ▪ Garantia de qualidade de produto e processo ▪ Análise e medição
	Avançado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resolução e análise de decisão ▪ Resolução e análise de causa

Dentre os processos de apoio, existe o processo de Resolução e Análise de Decisão, presente no CMMI nível 3, cujo propósito é analisar possíveis decisões através de um processo formal que avalia as alternativas diante dos critérios previamente estabelecidos. Segundo o CMMI (2008), problemas que requerem um processo formal de avaliação podem ser identificados durante qualquer fase do ciclo de vida de um projeto.

Tal processo prevê que os seguintes passos sejam realizados: definição de um *guideline*; definição dos critérios de avaliação; identificação das alternativas de solução; seleção de métodos para avaliação das alternativas; avaliação das alternativas e finalmente, a seleção da solução.

Na definição do *guideline*, deve-se indicar que tipo de problemas deve ser susceptível a um processo formal de apoio à decisão, uma vez que nem toda decisão é significativa o suficiente para ser tomada através de um processo formal. Típicos *guidelines* que determinam quando um processo formal de apoio à decisão deve ser utilizado incluem decisões diretamente relacionadas com tópicos avaliados como sendo

de médio e grande risco; decisões relacionadas com mudança de artefatos sob a gerência de configuração; decisões que podem provocar atrasos no cronograma; decisões que prejudicam a concretização dos objetivos; dentre outros.

A definição dos critérios de avaliação consiste na identificação dos critérios propriamente ditos, bem como na definição de pesos, de modo a avaliar a importância relativa dos mesmos. A identificação das alternativas deve ser realizada através de pesquisas na literatura, bem como através de sessões de *brainstorming* e entrevistas com pessoas-chave. A seleção de métodos para avaliação das alternativas deve ser feita de maneira cuidadosa, baseado no problema em análise e na disponibilidade da informação requerida pelo método, podendo variar de simulações a modelos probabilísticos.

A avaliação das alternativas consiste em realizar uma análise, discussão e revisão das alternativas de acordo com os critérios estabelecidos, sendo necessário reconsiderar, na maioria das vezes, os pesos dados aos critérios. Por fim, a seleção da solução consiste em ratificar a avaliação das alternativas, selecionando a que melhor convier ao decisor.

Como se pode notar, o CMMI apresenta o que deve ser feito no apoio à decisão em projetos de software. No entanto, uma vez que decisões precisam ser tomadas, na maioria das vezes, com prazo e recursos restritos, é necessário que exista um processo formal de apoio à decisão baseado em metodologias de sólida base teórica que possa ser utilizado para apoiar a decisão na resolução de problemas não estruturados ao longo de um projeto de software.

2.2.3. ISO/IEC 12207 - Processos de Ciclo de Vida de Software

A norma ISO/IEC 12207 (1998) estabelece uma estrutura comum para os processos de ciclo de vida de software, com uma terminologia bem definida, que pode ser referenciada pela indústria de software. A estrutura contém processos, atividades, tarefas, propósitos e resultados que servem para aplicação durante a aquisição de um sistema que contém software, de um produto de software independente ou de um serviço de software, e durante o fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de produtos de software.

Os processos são agrupados, por uma questão de organização, de acordo com a sua natureza, ou seja, o seu objetivo principal no ciclo de vida de software, podendo ser fundamental, organizacional e de apoio. Os processos fundamentais de ciclo de vida são

os que uma organização obrigatoriamente executa para que o seu serviço de desenvolvimento, manutenção ou operação de software seja executado. Os processos organizacionais são empregados por uma organização para estabelecer e implementar processos que têm como principal interesse a melhoria da organização. Eles são tipicamente empregados fora do domínio de projetos e contratos específicos, servindo para toda a organização. Um processo de apoio auxilia um outro processo com o propósito de contribuir para o seu sucesso e qualidade. Eles são executados, quando necessário, por outro processo que pode ser: fundamental, de apoio ou organizacional. Esses processos são extremamente úteis para que o projeto tenha qualidade, mas não é através dele que é gerado o produto final. Dentre os processos de apoio, existe o processo de Gerência de Resolução de Problema.

O processo de Gerência de Resolução de Problema é um processo para analisar e resolver os problemas (incluindo não-conformidades), de qualquer natureza ou fonte, que são descobertos durante a execução do desenvolvimento, operação, manutenção ou outros processos, podendo iniciar com uma solicitação de mudança. O objetivo é prover os meios em tempo adequado e de forma responsável e documentada para garantir que todos os problemas encontrados sejam analisados e resolvidos e que tendências sejam identificadas.

O processo deve ser um ciclo fechado, de modo a garantir que todos os problemas detectados sejam prontamente relatados e incluídos no Processo de Resolução de Problema; a ação seja iniciada nos problemas detectados; as partes relevantes sejam alertadas da existência do problema, quando apropriado; as causas sejam identificadas, analisadas, e, quando possível, eliminadas; a resolução e sua aplicação sejam alcançadas; a situação seja rastreada e relatada; e os registros dos problemas sejam mantidos, conforme estipulado no contrato.

As resoluções de problemas e suas aplicações devem ser avaliadas para verificar se os problemas foram resolvidos, se as tendências adversas foram revertidas e se as alterações foram implementadas corretamente nos produtos de software e atividades apropriados; e determinar se problemas adicionais foram introduzidos.

2.3. Considerações Gerais

Quando os administradores/decisores percebem que existe a possibilidade de terem de fazer algo, um processo de tomada de decisão se instala. Esta necessidade de ação, ou

seja, este problema, se apresenta muitas vezes de forma muito vaga, obscura e totalmente mal definida aos olhos dos próprios administradores/decisores. Neste momento, os administradores/gerentes apresentam dificuldades para compreender a situação, não conseguindo visualizá-la de forma clara, nem mesmo conseguindo encontrar as inter-relações e incompatibilidades que este problema incorpora, impossibilitando assim a sua estruturação.

Como conseqüência desta impossibilidade de estruturação, os decisores não conseguem estruturar seus próprios raciocínios, avaliar seus valores e os objetivos que almejam alcançar, para conseguir, então, tomar uma decisão. Toda esta situação leva a uma complexidade do quadro inicial, a qual, na maioria das vezes, confronta-se com pontos de vistas contraditórios, devido principalmente a dois fatores inerentes a qualquer processo de decisão: a busca pela objetividade nas decisões e a onipresente subjetividade própria dos decisores.

É preciso que, na resolução de problemas não estruturados, o processo de apoio à decisão seja baseado em uma abordagem interativa, construtiva e de aprendizagem para elaborar um modelo de decisão que poderá evoluir no decorrer do processo, não assumindo um posicionamento baseado em normas.

No âmbito dos projetos de software, o apoio à decisão para resolução de problemas não estruturados ainda não é realizado de maneira satisfatória, baseando-se tipicamente em experiência pessoal sem o uso de modelos explícitos. Embora o gerente de projetos tenha que tomar várias decisões de modo a satisfazer as diversas áreas de conhecimento do PMBOK, o mesmo não apresenta uma maneira formal de como a decisão deva ser tomada, de modo que realmente se leve em consideração todos os critérios necessários para resolução de um problema, bem como a correta avaliação das alternativas perante tais critérios. A área de processo “Resolução e Análise de Decisão” do CMMI apresenta o que se deve fazer para solucionar problemas que envolvam vários critérios. No entanto, existe um “*gap*” entre o que deve ser feito, e como deve ser feito. É preciso que as decisões sejam tomadas a partir de um processo formal de apoio à decisão, composto por metodologias de sólida base teórica, e que sejam ao mesmo tempo ágeis e confiáveis.

Capítulo 3

Conferências de Decisão e Apoio Multicritério à Decisão

“Alguns homens enxergam as coisas como elas são e perguntam o porquê; outros sonham como as coisas deveriam ser e perguntam por que não.” (Robert Kennedy)

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos fundamentais na atividade de apoio à decisão, assim como as metodologias que embasam o **Decisius**: Conferências de Decisão e Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão.

Tais metodologias serão definidas, sendo apresentado um breve histórico, respectivos processos e casos de aplicação. No que tange à Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão, serão apresentadas as metodologias utilizadas nas duas fases principais do processo: estruturação e avaliação.

Na fase de estruturação será utilizada a abordagem SODA (*Strategic Options Development and Analysis*), através da construção de mapas cognitivos, os quais serão transformados posteriormente em uma árvore de pontos de vista, para que, na fase de avaliação, os critérios sejam avaliados de acordo com a abordagem MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*).

Ao final do capítulo serão feitas algumas considerações sobre o que levou à utilização de tais metodologias para a definição de um processo formal de apoio à decisão a ser utilizado em projetos de software.

3.1. Conceitos Fundamentais

Antes de apresentar as metodologias que embasam o **Decisius**, é necessário definir alguns conceitos fundamentais que norteiam este trabalho, como os agentes atuantes no ambiente da atividade de apoio à decisão, ou seja, os atores; as perspectivas de atuação que tornam possível revelar os juízos de valor dos intervenientes, ou seja, as convicções; e as maneiras de se especificar em que termos um problema pode ser visto, ou seja, as problemáticas.

3.1.1. Atores

Um processo de apoio à decisão é composto por atores que intervêm de alguma forma nesse processo. Tais atores ou “intervenientes” do processo assumem um papel fundamental, visto que a atuação de cada um depende do seu sistema de valores, através do qual expressam as suas preferências com o propósito de atingir os seus objetivos. No entanto, neste processo, cada ator fica, também, sujeito à influência dos sistemas de valores dos demais atores e do próprio ambiente onde estão inseridos e com o qual interagem. Segundo Chiavenato (1993 in Thomaz, 2000, p. 5), o ser humano tem a capacidade de modificar o ambiente, adaptando-o aos seus desejos, aspirações e necessidades, como também é modificado pelo mesmo.

De acordo com (Roy, 1985 in Thomaz, 2000, p. 24), os atores são as pessoas que, baseadas nos seus valores, desejos, interesses e/ou preferências intervêm de forma direta ou indireta na decisão. Os atores caracterizam-se e desempenham papéis diferentes em função do seu sistema de valores e da sua posição em relação ao processo de decisão, podendo ser classificados como:

- **Agidos:** São todos aqueles que sofrem de uma forma passiva as conseqüências de uma decisão. Embora não possuam voz ativa no processo de decisão, podem influenciá-lo indiretamente.
- **Intervenientes:** São indivíduos que, por intervenção direta, condicionam a decisão em função dos seus sistemas de valores. Em outras palavras, são aqueles atores que, efetivamente, têm um lugar na mesa de negociações. Diferentemente dos decisores, eles não têm o poder de ratificar a decisão.
- **Decisores:** São os atores intervenientes que têm o poder e a responsabilidade de ratificar a decisão e assumir as conseqüências da mesma, sejam elas boas ou más (von Winterfeld e Edwards, 1986).
- **Facilitador:** Interveniente cujo papel é o de contribuir para fazer com que as áreas de domínio dos atores se interceptem, melhorando a comunicação e a procura de uma solução de compromisso. Eden et al. (1983) argumentam que a presença de um facilitador, nas reuniões de um grupo, é extremamente valiosa, pois este vai atuar segundo três formas: (1) Primeiro, como instrumento capaz de aumentar a criatividade e o pensamento divergente do grupo, já que a sua

presença, fazendo perguntas e dando sugestões diferentes das habituais (pois, é um elemento externo), poderá levar os membros a pensar noutros pontos de vista que não seriam levantados se só pessoas familiarizadas com a empresa estivessem presentes (elementos internos). (2) Em segundo lugar, o facilitador vai atuar como um instrumento capaz de melhorar o processo de escuta, pois vai ouvir as idéias que os demais membros do grupo, normalmente, não iriam escutar ou levar a sério. (3) E em terceiro lugar, o facilitador vai atuar como uma espécie de incentivador da “permissão para falar”, já que a sua presença vai levar os membros a falar de coisas que em outra situação, poderiam até mesmo ser pensadas, mas não faladas.

- ***Demandeur***: São os intervenientes que atuam como intermediário entre o facilitador e o decisor devido ao difícil acesso a este último, podendo assim representar o decisor durante o processo decisório.

No contexto deste trabalho, ou seja, no apoio à decisão em projetos de software, existem apenas as figuras dos intervenientes, que corresponderão às pessoas-chave representando as dimensões do problema em questão; do facilitador, responsável por guiar todo o processo; e do decisor, representado pelo gerente de projetos, o qual será responsável por ratificar o que foi acordado ao longo do processo. É importante destacar que, diante da limitação do contexto, o próprio gerente de projetos poderá agir como facilitador, desde que não interfira no processo de modo a inibir os julgamentos dos demais participantes.

3.1.2. Convicções

Desde que se pretenda evoluir um processo decisório cujo objetivo é a construção de um modelo que represente as preferências dos decisores, as quais são fundamentais para a correta identificação e apreciação do problema, é necessário que o apoio à decisão esteja fundamentado em perspectivas de atuação que tornem possíveis revelar os juízos de valor dos intervenientes e um crescente aprendizado destes com a exploração do contexto decisório.

Diante disso, Bana e Costa (1994) apresenta, dentro de uma perspectiva de integração, três convicções de natureza metodológica, consideradas pelo autor como pilares fundamentais na prática da atividade de apoio à decisão e que norteiam o

processo formal de apoio à decisão definido neste trabalho: convicção da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade; convicção da aprendizagem pela participação e convicção do construtivismo.

Um processo de decisão é um sistema complexo no qual se relacionam elementos de natureza objetiva, próprios das ações, e elementos de natureza claramente subjetiva, próprios do sistema de valores dos atores. Este sistema é indivisível e, portanto, qualquer metodologia de apoio ao processo de tomada de decisão não pode negligenciar nenhum destes dois aspectos. Embora possa ser verdade que a objetividade é importante em um processo de decisão, é bem mais importante não esquecer que a tomada de decisão é uma atividade desempenhada por pessoas e, portanto, a subjetividade irá estar sempre presente, mesmo quando não for incluída explicitamente no modelo (Bana e Costa, 1994). Não existem modelos objetivos com validade universal que identifiquem a solução ótima. As ações têm características que se revelam como importantes para uns atores e sem importância para outros. Sendo assim, a objetividade das características das ações está intrinsecamente relacionada à subjetividade do sistema de valores dos atores.

A abordagem construtivista integrando a idéia de aprendizagem tem se apresentado como a mais adequada para conduzir o processo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1992). Assim, nesta abordagem, o facilitador ajuda a construir um modelo de preferências através da busca de hipóteses de trabalho com o objetivo de fazer recomendações, tendo o envolvimento dos atores durante todas as fases do processo de apoio à decisão.

A convicção da aprendizagem pela participação se apóia na inexistência de um procedimento genérico de estruturação e na natureza mal definida da maioria dos problemas de decisão. Os modelos de avaliação são gradualmente construídos, usando uma linguagem comum aos intervenientes e ferramentas analíticas simples, através de um processo interativo que culmina em um modelo de avaliação partilhado pelos intervenientes. De acordo com Bana e Costa (1994), a simplicidade e a interatividade devem ser as linhas de força da atividade de apoio à decisão, para abrir as portas à participação e à aprendizagem.

3.1.3. Problemáticas

Antes de iniciar as atividades de apoio à tomada de decisão propriamente ditas, deve-se especificar em que termos o problema é visto, ou seja, deve-se definir a problemática envolvida na situação. A noção de problemática está associada à postura que qualquer indivíduo assume diante de uma situação, tendo em vista a sua compreensão, o seu estudo, ou mesmo a sua intervenção.

Segundo Roy (1985 in Thomaz, 2000, p. 44), o termo “problemática” deve ser preferido à expressão “tipo de problema” ou “estabelecimento do problema”. Zanella (1996) apresenta uma discussão extensa sobre as problemáticas que surgem na atividade de apoio à decisão. Neste trabalho, serão abordadas somente as principais problemáticas técnicas, ou seja, os tipos de formulação de problemas que podem ser considerados no apoio à decisão: a problemática da **avaliação absoluta** ou **intrínseca**, a problemática da **avaliação relativa** ou **comparativa** e a problemática da **descrição** (P.δ).

Bana e Costa (1993) define a problemática da avaliação absoluta ou intrínseca como aquela que consiste em orientar a pesquisa no conjunto **A** de ações potenciais de modo a obter uma informação sobre o valor intrínseco de cada ação considerando uma ou mais normas. Cada ação potencial é comparada, independente de qualquer outra ação de **A**, com padrões de referência estabelecidos previamente. Cada ação terá um valor intrínseco percebido pelo decisor, de acordo com as suas características em função da sua comparação com padrões ou normas pré-estabelecidas. Nela se enquadram a problemática da **classificação em categorias** (P.β) e a problemática da **rejeição absoluta** (P.β⁰). A primeira tem como objetivo esclarecer a decisão por uma triagem resultante da alocação de cada ação a uma categoria (ou classe). As diferentes categorias são definidas *a priori* com base em normas aplicáveis ao conjunto de ações. O resultado pretendido é, portanto, uma triagem ou um procedimento de classificação. A segunda tem como objetivo analisar individualmente qualquer ação de **A** para verificar se respeita certas condições. Caso não respeite estas condições, a ação é eliminada.

A problemática da avaliação relativa ou comparativa consiste na comparação das ações do conjunto **A**, diretamente, umas com as outras em função dos seus méritos relativos, de acordo com atributos comuns a todas as ações, com a finalidade de obter informações do valor relativo de cada ação em relação a cada uma das outras ações, ou avaliar cada ação de **A** em relação ao conjunto de todas as outras ações de **A** para se obter uma escolha ou uma ordenação (Bana e Costa, 1993). Nela se enquadram a

problemática da **escolha** (P. α) e a problemática da **ordenação** (P. γ). A primeira tem como objetivo esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto tão restrito quanto possível, tendo em vista a escolha final de uma única ação. Esse conjunto conterá as “melhores ações” ou as ações “satisfatórias”. O resultado pretendido é, portanto, uma escolha ou um procedimento de seleção. A segunda tem como objetivo esclarecer a decisão por um arranjo obtido pelo reagrupamento de todas ou parte (as mais satisfatórias) das ações em classes de equivalência. Essas classes são ordenadas de modo completo ou parcial, conforme as preferências. O resultado pretendido é, portanto, um arranjo ou um procedimento de ordenação.

Por fim, a problemática da descrição (P. δ) tem como objetivo esclarecer a decisão por uma descrição em linguagem apropriada, das ações e de suas conseqüências. O resultado pretendido é, portanto, uma descrição ou um procedimento cognitivo.

Visto os conceitos fundamentais, serão apresentadas nas próximas seções as metodologias que embasam o processo proposto neste trabalho, a começar pela Metodologia de Conferências de Decisão.

3.2. Conferências de Decisão

De maneira geral, gerar um entendimento partilhado sobre o problema e acordar sobre o caminho a seguir é algo desejável pelas organizações como um todo. No entanto, nem sempre tal desejo é alcançado. Muitas são as razões para que isso ocorra, como: preocupações locais em conflito com os objetivos da organização; aversão ao risco por parte dos indivíduos; conflitos de pontos de vista sobre determinado problema; planejamentos adequados para um setor particular, mas não para a organização como um todo; dentre outras. Seja qual for o motivo, torna-se necessária uma abordagem que permita que as pessoas cheguem a um entendimento em comum dos problemas, desenvolvam um sentimento partilhado dos objetivos e assim, cheguem a um compromisso de ação. Diante de tais necessidades, surgiu a Metodologia de Conferências de Decisão (*Decision Conferencing*).

3.2.1. Histórico

A Metodologia de Conferências de Decisão foi criada no final dos anos 70 por Cameron Peterson, Clint Kelley e Roy Gulick, da *Decisions and Designs, Inc.*, como uma resposta à dificuldade de se conduzir uma análise de decisão em um problema envolvendo múltiplos *stakeholders*, cada qual com diferentes perspectivas e pontos de vista (Enterprise LSE, 2008). Em 1981, a abordagem foi retomada pelo Professor Larry D. Phillips, do Departamento de Pesquisa Operacional, da *London School of Economics and Political Science* (LSE), que integrou à metodologia, muitas das descobertas sobre grupos a partir de trabalhos realizados na *Tavistock Institute of Human Relations*, em Londres. Phillips desenvolveu a Teoria dos Modelos Aceitáveis (Requeridos) de Decisão (*Theory of Requisite Decision Models*), combinando os processos sociais e técnicos dos grupos com os processos tecnológicos na Metodologia de Conferências de Decisão (Phillips, 1982; 1984). Segundo o autor, um modelo (como expressão da realidade social partilhada pelo grupo sobre o problema) é “requerido” ou “aceitável” se for suficiente na sua forma e conteúdo para resolver o problema ou se tudo o que é necessário para resolver o problema está representado no modelo ou pode ser simulado por ele. Dessa forma, um modelo, gerado interativa e iterativamente entre os atores (especialistas e “donos do problema”), é considerado “requerido” ou “aceitável” quando não emergem novas intuições ou conhecimentos sobre o problema.

O modelo aceitável agrega às conferências de decisão um conjunto de objetivos sociais, desenvolvidos no grupo de atores-chave que se traduzem em: obtenção de um entendimento ou compreensão partilhada sobre o problema (não necessariamente consenso); construção e desenvolvimento de um senso de propósito comum (permitindo diferenças individuais de opinião) e geração de um compromisso mútuo (acordo) no caminho a seguir (para a ação). Maiores detalhes sobre os fundamentos teóricos da metodologia podem ser encontrados em Thomaz (2005).

3.2.2. Definição

A Metodologia de Conferências de Decisão é definida como uma série de reuniões de trabalho intensivo, chamadas de conferências de decisão, sem uma agenda pré-definida, tampouco apresentações preparadas, sendo compostas por grupos de pessoas preocupadas com questões complexas enfrentadas pela organização, podendo durar de

um a três dias, dependendo da complexidade do problema. Uma característica exclusiva é a criação, no local, de um modelo que incorpora dados e julgamentos dos participantes.

A integração da Teoria da Decisão (processo técnico de modelagem do contexto e situação decisional), das Tecnologias de Informação (processo tecnológico de apoio computacional especializado) e dos Processos de Grupo (processo social de facilitação para planejar e dirigir uma reunião bem sucedida, mantendo-a imparcial e focada nas necessidades do grupo), na Metodologia de Conferências de Decisão, conforme mostrado na Figura 5, permite criar sinergias que irão tornar o produto final das sessões de trabalho (valor) maior do que a soma das suas partes (Reagan-Cirincione, 1994; Phillips, 2004).

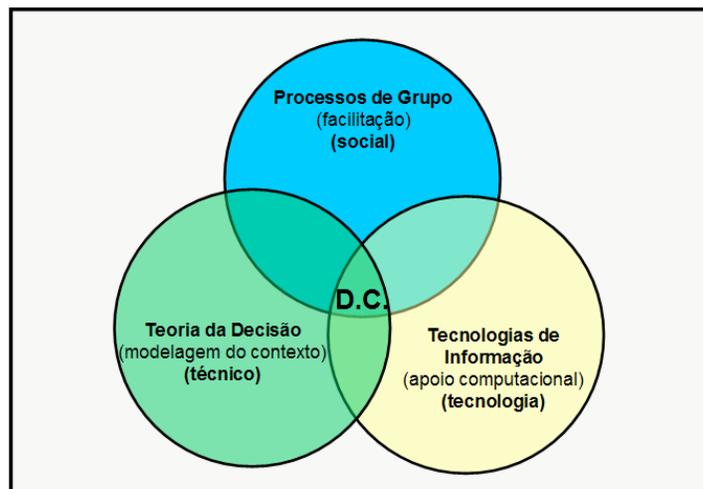


Figura 5. Metodologia de Conferências de Decisão (*Decision Conferencing*)
(Thomaz, 2005, p. 63)

3.2.3. Processo

As conferências de decisão são organizadas em quatro fases. A primeira fase é uma ampla exploração das questões sobre o problema, utilizando técnicas como *brainstorming* e mapeamento cognitivo. Na segunda fase, o modelo é construído a partir dos julgamentos dos participantes, incorporando os dados disponíveis. Todas as principais perspectivas são incorporadas no modelo, o qual é construído de forma contínua, de modo que todos os participantes possam supervisionar todos os aspectos da criação do modelo. Na terceira fase, o modelo combina tais perspectivas, revelando as

conseqüências das opiniões individuais, fornecendo uma base para exploração intensiva do modelo. Discrepâncias entre os resultados do modelo e os julgamentos dos participantes são examinadas, fazendo com que novos conhecimentos sejam gerados e novas perspectivas sejam reveladas. Após algumas iterações, nas quais o modelo é revisado, os novos resultados e as novas perspectivas estarão em harmonia. Em seguida, na quarta fase, as questões chave e conclusões são resumidas, sendo elaborado um plano de ação ou conjunto de recomendações. Nesta fase, o facilitador prepara um relatório sobre o que foi discutido e divulga para todos os participantes. Novas reuniões podem ser realizadas, de modo a lidar com dados adicionais e novas idéias.

A Figura 6 apresenta as fases do processo recursivo, iterativo e interativo das conferências de decisão.

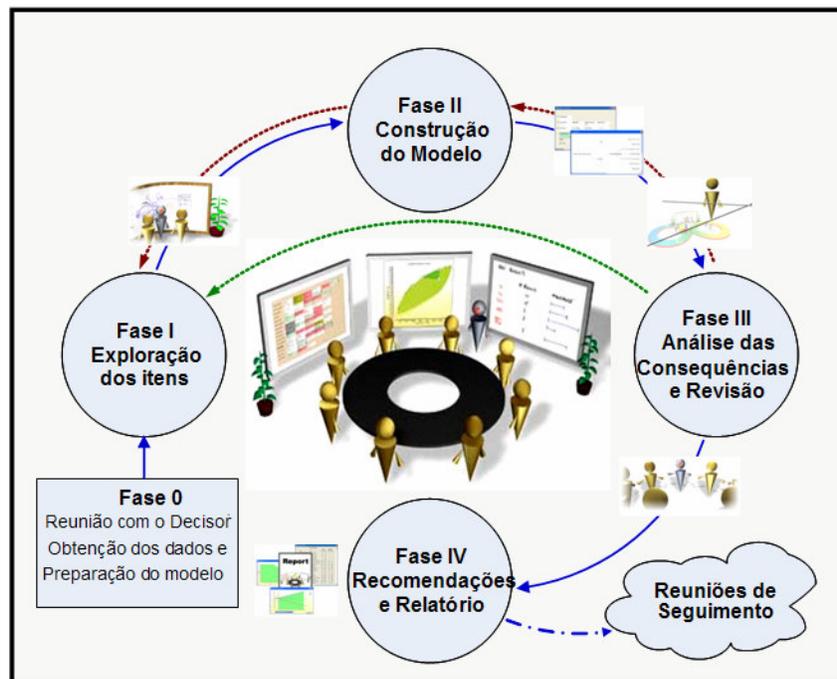


Figura 6. Fases do processo recursivo, iterativo e interativo das conferências de decisão
(Thomaz, 2005, p. 74)

De acordo com Enterprise LSE (2008), a metodologia apresenta-se altamente focalizada e produtiva, de modo que resultados que normalmente demorariam semanas ou meses para serem obtidos podem ser atingidos em alguns dias de esforço concentrado, sendo eficaz por diversas razões. A primeira delas é que os participantes são selecionados para representar todas as perspectivas sobre o problema, de modo que

ações acordadas entre os mesmos não são susceptíveis de ser interrompidas por alguém sob o argumento de que um determinado fator não foi considerado na avaliação. Além disso, sem uma agenda ou apresentação previamente preparada, os grupos trabalham no “aqui-e-agora”, com os participantes tendo que enfrentar os verdadeiros problemas visando a construção de um acordo sobre o caminho a seguir. Todo insumo para elaboração do modelo é gerado pelos participantes, nada sendo imposto, de modo que o modelo final seja criação do grupo, sendo assim, “propriedade” dos participantes. O modelo torna-se uma ferramenta para um acordo diante de diferentes opiniões individuais, sendo útil para que os participantes experimentem diferentes julgamentos, sem compromisso, analisem os resultados e, em seguida, alterem seus pontos de vista, caso necessário.

Por outro lado, segundo Bresnick (2001 in Thomaz, 2005, p. 77), este processo apresenta algumas limitações, como: dificuldade de se ter os atores chave reunidos por longos períodos de tempo; alto custo de “homens x hora” necessário para as conferências de decisão; ineficiência do processo, caso sejam selecionados os participantes errados; demasiada dependência nos julgamentos subjetivos dos especialistas, bem como ausência de uma verificação exaustiva dos dados; falta de compreensão dos julgamentos feitos, caso os facilitadores não sejam peritos especializados nas matérias da organização.

Apesar disso, diversos estudos foram realizados ao longo da história tendo em vista a análise da eficiência e aplicabilidade das conferências de decisão na resolução de problemas complexos. McCartt et al. (1989) concluíram que a Metodologia de Conferências de Decisão foi avaliada pelos utilizadores de forma extremamente positiva como sendo um processo participativo, centrado em objetivos, permitindo decisões auditáveis, adaptável, de apoio à decisão, baseado em dados, eficaz, permitindo legitimidade da decisão. Chun (1992) concluiu de 48 participantes em 22 conferências de decisão que estes consideraram preferível esta metodologia às reuniões convencionais na avaliação dos critérios, sendo esta avaliada como eficiente e eficaz na gestão das atitudes individuais e na melhoria da qualidade das decisões, pois é um processo adaptável pelas organizações, centrado em objetivos e que produz decisões eficientes. McCartt et al. (1995) concluíram que as conferências de decisão trazem maiores benefícios se ocorrerem em pequenos grupos, se a organização estiver aberta à mudança (adaptabilidade) e se forem introduzidas ferramentas de apoio, sendo vistas como centradas em objetivos, baseadas em dados, eficientes e auditáveis, trazendo

resultados benéficos, assim como importantes decisões. Wright et al. (1999), os autores analisaram os resultados dos questionários sobre a eficiência dos processos de decisão em grupo, salientando os processos de decisão (espaço, equipamento e pessoas), a exploração das diferenças de julgamento dos atores para a obtenção de um entendimento e a criação de consenso sobre as potencialidades e fraquezas do grupo na obtenção de decisões importantes. A existência de um facilitador treinado e experiente proporciona melhorias substanciais na qualidade do trabalho e na produtividade do grupo.

Estudos de acompanhamento, conduzidos pela *Decision Analysis Unit*, da *London School of Economics* e pelo *Decision Techtronics Group*, da *State University of New York*, sobre conferências de decisão, mostraram, consistentemente, maior preferência dos participantes para as conferências de decisão, em relação às reuniões tradicionais. Thomaz (2005) mostrou através de questionários aplicados a especialistas em facilitação que, com esta metodologia, é possível resolver problemas de grande complexidade e incerteza, com resultados que garantem uma solução razoável e fundamentada, permitindo aos decisores a necessária liberdade de escolha, pela clareza, transparência e segurança que proporciona na tomada de decisão. Organizações que utilizaram a Metodologia de Conferências de Decisão reportaram que o processo as ajuda a chegar a uma melhor e mais aceitável solução, assim como a um acordo mais rápido sobre a ação a ser seguida, do contrário dos procedimentos habituais.

3.2.4. Casos de Aplicação

A Metodologia de Conferências de Decisão pode ser aplicada à maior parte dos problemas das organizações, como os referidos na Seção 1.1. Como exemplo, as organizações têm usado as conferências de decisão para:

- Desenvolver planos e estratégias corporativas, como o caso “*e-Business*”, no qual a escolha estratégica de proporcionar serviços de *e-business* a pequenas e médias empresas foi obtida após uma conferência de decisão de um dia em que foram analisadas todas as opções e seus riscos e onde os oponentes da opção escolhida concluíram da sua oportunidade para o negócio (Catalyze, 2008);
- Priorizar projetos de P&D, como o caso “OST” (Parnell, 2001), no qual foram utilizadas as metodologias de análise de decisão multi-objetivo e de

conferências de decisão no Gabinete da Ciência e da Tecnologia (OST) para ajudar na alocação de um orçamento limitado entre diversos projetos de P&D;

- Alocar recursos limitados diante do orçamento disponível, como o caso “Jersey” (Morgan et al., 2000), no qual o processo de conferências de decisão foi utilizado em um processo especializado de ajuda às autoridades locais para explorar formas de assegurar que o uso dos recursos disponíveis está, política e profissionalmente, em conformidade com as suas metas e os objetivos;
- Avaliar o desempenho de pessoas, como o caso “Avaliação” (Thomaz, 2005), no qual foram utilizadas as metodologias de conferências de decisão e MACBETH para elaboração de um modelo de avaliação de desempenho de Oficiais do Exército Português.

A metodologia também tem sido usada também para avaliar visões alternativas para o futuro; avaliar a eficiência de políticas governamentais; resolução de conflitos entre grupos; desenvolver estratégia como resposta a novas iniciativas governamentais; dentre outros. Desse modo, qualquer questão que possa se beneficiar com a reunião de “mentes” na organização pode ser resolvida eficientemente através das conferências de decisão.

A seguir, será detalhada a Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão, sendo apresentadas as técnicas utilizadas na fase de estruturação e na fase de avaliação.

3.3. Apoio Multicritério à Decisão

Na vida das organizações, inúmeros são os problemas complexos de decisão enfrentados por seu corpo gerencial, uma vez que a maioria das situações reais é caracterizada pela existência de vários objetivos ou “desejos” a serem atingidos. Quando a escolha de determinada alternativa depende da análise de diferentes pontos de vista ou “desejos”, o problema de decisão é considerado um problema multicritério.

Assumindo que tomar decisões é uma tarefa difícil tanto para grupos como para indivíduos isolados; que normalmente a decisão deverá atender a objetivos e a critérios conflitantes; que as conseqüências das decisões nem sempre são facilmente identificáveis; e que algumas alternativas e/ou objetivos estão interligados, a não aceitação da subjetividade pode tornar-se uma dificuldade para a solução do problema.

Dessa forma, priorizando o fator humano na análise de problemas complexos, surgiu a Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão (*Multiple Criteria Decision Aiding*).

3.3.1. Histórico

O homem tenta, há muitos anos, abordar processos complexos de tomada de decisão utilizando abstrações, heurísticas e raciocínios dedutivos. Até a primeira metade do século XX utilizava-se basicamente a esperança matemática para a tomada de decisão em condições consideradas aleatórias. Na década de 50, em razão da experiência adquirida pelas Forças Aliadas na abordagem dos problemas logístico-militares surgidos durante a Segunda Guerra Mundial, deu-se ênfase à solução dos problemas usando a então nascente Pesquisa Operacional, originada daquela experiência. Nesse ponto, surge a necessidade imediata de otimizar custos, despesas e lucros. Para tanto, foram desenvolvidos métodos estritamente matemáticos para se encontrar a solução ótima de um problema, adaptados a situações específicas e utilizados para os mais diversos propósitos, como alocação de carga, definição de percurso mínimo, otimização de estoque etc.

Até os anos 60, a Pesquisa Operacional foi governada, essencialmente, pelo paradigma da procura do ótimo. Segundo Roy (1981 in Thomaz, 2000, p. XVI), a procura pelo ótimo tornou-se a principal justificativa para o desenvolvimento de novos métodos. No entanto, segundo o seu ponto de vista, a procura por uma decisão ótima leva à consideração de que qualquer outra decisão é pior, ou no máximo equivalente, resultando desta forma no descarte de outras soluções boas. Checkland (1985) acrescenta que nos anos após a II Guerra Mundial houve uma grande aplicação dos conceitos desenvolvidos durante as operações militares em diversos setores da sociedade. Esta herança levou os pesquisadores da época a adotar uma visão que desejava explicar os sistemas humanos através de procedimentos de engenharia. Dessa forma, a resposta adotada até os anos 60 para este anseio ficou limitada a técnicas de otimização, sendo tal forma de pensar designada de abordagem *hard*.

Segundo Rosenhead (1989 in Thomaz, 2000, p. XVI), até o início da década de 70, as características do paradigma *hard*, até então dominante na Pesquisa Operacional eram: formulação do problema em termos de um único objetivo e com a finalidade de se obter uma otimização; necessidade de uma expressiva quantidade de dados, o que gerava problemas de distorção, de indisponibilidade e de falta de credibilidade;

suposição da existência de consenso a priori; consideração de que as pessoas têm uma atitude passiva face à decisão; suposição de que um decisor único com objetivos claros possibilitava a obtenção de ações corretivas diretas; e tentativa de abolir as incertezas e de tomar decisões futuras em antecipação.

A existência do paradigma então dominante (*hard*) conduziu a uma aplicabilidade limitada dos métodos ortodoxos da Pesquisa Operacional para a resolução de problemas estratégicos não estruturados das organizações e gerou, conseqüentemente, o desenvolvimento de novas abordagens designadas por abordagens *soft*. Estas novas abordagens, conforme a definição de Checkland (1985), adotam um paradigma alternativo, caracterizado por: não-otimização; necessidade reduzida de dados; simplicidade e transparência; pessoas como sujeitos ativos do processo de apoio à decisão; condições que propiciem um planejamento do particular para o geral, adotando uma metodologia *bottom-up* e aceitação de incertezas.

A adoção deste novo paradigma criou condições para o desenvolvimento de diversas abordagens *soft* no apoio ao processo de tomada de decisão. Dentre as diferentes propostas que surgiram, uma delas foi a utilização de múltiplos critérios na tomada de decisão.

Sendo assim, com o passar dos anos, metodologias cada vez mais específicas e detalhadas foram sendo desenvolvidas. A partir desta diversificação evidenciaram-se três linhas de pesquisa na área das Abordagens Multicritério de Apoio à Decisão (Roy, 1989): (1) as abordagens de subordinação (*outranking*); (2) os métodos interativos; e (3) as abordagens de agregação a um critério único de síntese.

Dentro das abordagens de agregação a um critério único de síntese foram desenvolvidos, nos últimos anos, alguns métodos bastante populares, dentre eles o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (Saaty, 1980).

O método AHP propõe aos decisores que expressem os seus juízos de valor diretamente sobre os critérios, sem fazer uso de uma descrição explícita de cada um deles, apesar da necessidade da definição de um conjunto de níveis associados a cada critério, durante a atividade de estruturação (Roy, 1985).

A partir das críticas feitas ao AHP, outras abordagens foram desenvolvidas, como a MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) (Bana e Costa et al., 1994), a qual aborda o problema da construção de escalas de valor cardinal de uma forma inovadora e será a metodologia utilizada nesta dissertação.

O AHP, do contrário do MACBETH que faz uso de uma escala de diferença de atratividade (escala de intervalos), utiliza uma escala de razão de prioridade (ou importância). Os conceitos de prioridade e importância são diferentes do conceito de atratividade, pois não é possível descer abaixo do nível zero, enquanto que neste último são admitidos valores negativos, ou seja, a repulsividade. A desvantagem de trabalhar com conceitos monopolares, conforme Bana e Costa et al. (1995), é que o zero não representa um nível neutro, mas sim um nível nitidamente negativo. Este fato pode causar problemas de entendimento, sendo agravado se as respostas às questões do tipo AHP forem interpretadas em termos de intensidade de preferência.

3.3.2. Definição

A abordagem multicritério, de acordo com (Bouyssou, 1990 in Thomaz, 2005, p. 11), caracteriza-se pela construção de vários critérios através da utilização de vários pontos de vista. Estes pontos de vista representam os eixos através dos quais os diversos atores de um processo de decisão justificam, transformam e questionam as suas preferências, realizando comparações com base na avaliação das alternativas de acordo com estes pontos de vista e estabelecendo, então, as preferências parciais.

Do contrário, nas abordagens monocritério, procura-se construir um único critério que tenha em consideração todos os aspectos relevantes de um problema, estabelecendo de imediato uma preferência global o que, na maioria dos casos, não reflete de forma adequada a problemática em estudo.

Assim, uma abordagem multicritério de apoio à decisão, baseada na precisa identificação das situações de decisão e dos atores e seus problemas, procura, em primeiro lugar, construir uma estrutura partilhada, na qual são consideradas as dimensões desejadas pelos atores, em vez de partir de uma situação pré-existente, sendo elaborado em seguida um modelo de avaliação onde, através de um procedimento técnico, as preferências dos decisores sejam agregadas a cada ação potencial que se queira avaliar.

Conforme apresentado na Seção 3.3.1, existem três vias possíveis para a construção de um modelo multicritério de apoio à decisão, sendo o método de agregação a um critério único de síntese escolhido para ser utilizado no processo de apoio à decisão proposto.

Os métodos de agregação a um critério único de síntese são abordagens multicritério onde a avaliação das alternativas é feita segundo uma função global de valor, que agrega todos os pontos de vista considerados fundamentais. Diante das várias formas de agregação, será utilizado neste trabalho o procedimento de agregação aditiva, através do qual a avaliação global da alternativa **a** é dada pela Equação 1:

$$V(a) = \sum_{i=1}^n p_i \cdot v_i(a)$$

Com $\sum_{i=1}^n p_i = 1$
 e $0 < p_i < 1$ para $i = 1, \dots, n$

Onde:

- **V(a)** é o valor global da alternativa **a**;
- **p_i** é a taxa de substituição ("peso") do ponto de vista fundamental **i** (**PVF_i**);
- **v_i(a)** é o valor local da alternativa **a** segundo o **PVF_i**.

Equação 1. Valor global de uma alternativa **a** segundo uma regra de agregação aditiva

Portanto, para que seja possível uma tomada de decisão fazendo uso de um método multicritério de agregação aditiva, as seguintes etapas devem ser obrigatoriamente cumpridas: (1) definição dos pontos de vista fundamentais a serem considerados; (2) determinação, para cada ação, do seu valor segundo cada ponto de vista fundamental (avaliação local); e (3) identificação dos pesos entre os pontos de vista para a obtenção da avaliação global. A Figura 7 apresenta graficamente a avaliação de uma ação **a** segundo cada um dos pontos de vista e a transformação resultante da aplicação de uma função de agregação aditiva.

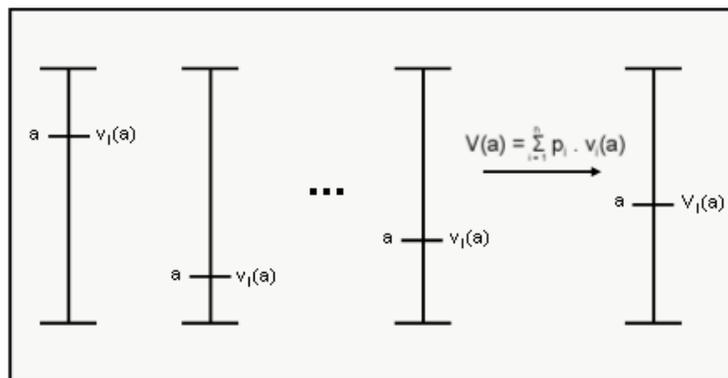


Figura 7. Função de agregação aditiva

3.3.3. Processo

Segundo Bana e Costa (1997), o processo de apoio à tomada de decisão adota uma abordagem cíclica e dinâmica, sendo dividido em três grandes etapas, conforme ilustrado na Figura 8:

1. Estruturação e definição do problema;
2. Avaliação das ações potenciais;
3. Elaboração de recomendações.

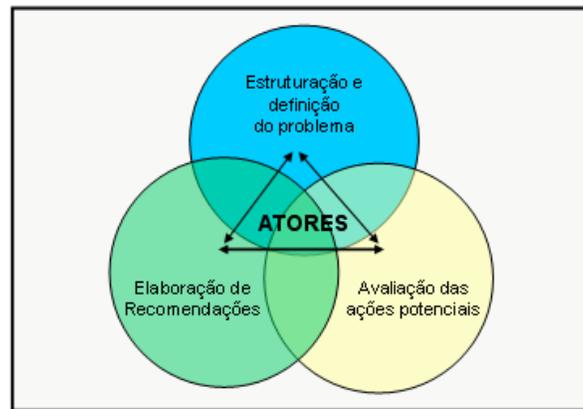


Figura 8. Etapas do processo de apoio à tomada de decisão (Bana e Costa, 1997)

De acordo com Keeney (1992) um processo de tomada de decisão inicia-se a partir do reconhecimento de uma situação problemática ou da identificação de uma oportunidade de ação. Ao contrário do que pressupõem os procedimentos tradicionais da Pesquisa Operacional, um problema estratégico, a priori, não se apresenta claramente definido e estruturado (Ackoff, 1979; Eden et al., 1983; Rosenhead et al., 2001). Sendo assim, a primeira atividade a ser desenvolvida é a estruturação do problema.

As seções seguintes apresentarão de forma detalhada as fases de estruturação e avaliação, bem como as metodologias utilizadas em cada uma dessas fases.

3.3.3.1. Estruturação

A estruturação é uma fase fundamental do processo de apoio à decisão. No entanto, ainda apresenta-se como um processo misto entre a arte e a ciência, e que implica a impossibilidade de conceber um procedimento genérico de estruturação cuja aplicação

possa garantir a unicidade e a validade do modelo construído. A estruturação está dependente, desta forma, da habilidade e intuição individual do facilitador. No entanto, diversos esforços têm sido realizados na tentativa de tornar a atividade de estruturação mais documentada.

A fase de estruturação do problema deve manter-se sempre em aberto, conferindo-lhe uma natureza recursiva, pois é um processo construtivo e de aprendizagem que visa a construção de um modelo (mais ou menos) formalizado, capaz de ser aceite pelos atores como uma estrutura de representação e organização de todo um conjunto de elementos primários de avaliação, que são os objetivos dos atores (com aspectos subjetivos e dependentes do contexto de decisão) e as características das ações (com componentes ambientais objetivas do contexto de decisão). Este modelo servirá de base à comunicação e discussão interativa entre os atores e também à aprendizagem e pesquisa. Adicionalmente, a estruturação faz com que os atores expressem os seus sistemas de valores e pode, também, ser a base para a elaboração, modificação e/ou validação de julgamentos de valor, absolutos ou relativos, sobre ações potenciais ou oportunidades de decisão (Bana e Costa, 1992).

A arte da estruturação pode centrar-se sobre os objetivos dos atores e características das ações. Segundo Keeney (1992), a estruturação por objetivos (*value-focused thinking*), também chamada de estruturação por decomposição (ou *top-down*) adota uma abordagem em que o facilitador vai, inicialmente, preocupar-se com a determinação dos objetivos dos decisores, explicitando os seus valores. Tal processo de estruturação começa com a identificação dos valores mais estratégicos e, em seguida, parte para a sua decomposição em objetivos mais específicos. Já a estruturação centrada nas características das ações (*alternative-focused thinking*) adota uma abordagem sintética ou por composição (ou *bottom-up*), na qual o facilitador começa o trabalho com o levantamento de um conjunto de soluções potenciais para o problema.

Uma vez que os objetivos dos atores e as características das ações são considerados igualmente importantes no processo de estruturação do problema (Bana e Costa, 1992), o processo proposto seguirá uma abordagem de estruturação por pontos de vista, a ser detalhada na Seção 3.3.3.1.2.

Como ferramenta para alcançar o processo de apoio à decisão, o processo proposto fará uso da abordagem de Análise e Desenvolvimento de Opções Estratégicas (SODA) apenas como ferramenta de apoio ao processo de estruturação que possibilitará criar uma aprendizagem sobre o ambiente onde o problema está inserido e, também, o

estabelecimento das relações entre os elementos considerados importantes dentro do processo de tomada de decisão. Tal abordagem será explicada na próxima seção.

3.3.3.1.1. Abordagem SODA

A Análise e Desenvolvimento de Opções Estratégicas (SODA) é um dos mais populares métodos *soft* de estruturação de problemas. Foi desenvolvido por Colin Eden para auxiliar consultores, ou facilitadores, no apoio aos seus clientes envolvidos em problemas complexos. Dentro desta abordagem, os mapas cognitivos são a principal ferramenta para a estruturação dos problemas em questão (Rosenhead, 1989). Um mapa, como um modelo visual interativo, atua como uma ferramenta em mudança, um objeto transitório que encoraja o diálogo (Eden et al., 1998). Esta metodologia caracteriza-se, essencialmente, pela capacidade de: (1) lidar com fatores qualitativos; (2) estruturar situações difíceis; (3) dar suporte ao trabalho em grupo e (4) ser útil no desenvolvimento e implementação de direções estratégicas.

A metodologia SODA apóia o facilitador no desenvolvimento de dois tipos de habilidades na estruturação de problemas complexos. Primeiro, na atuação como um mediador eficaz em fóruns para a tomada de decisão em grupo. Segundo, no auxílio à construção de um modelo que, ao mesmo tempo, pertença ao grupo como um todo e contenha todas as considerações (idéias, conceitos) individuais de cada ator (Rosenhead, 1989). De acordo com Eden et al. (1983), o facilitador deve assumir uma postura de negociação, ou seja, não assumindo uma postura totalmente empática (atuando passivamente durante todo o processo), nem uma postura totalmente de coação (coagindo os decisores a aceitar a sua definição do problema).

Uma abordagem negociativa permite que o facilitador busque negociar uma redefinição do problema com o(s) ator(es) de tal forma que este faça sentido a ele (o facilitador). Tal abordagem inicia-se com um período em que o facilitador escuta o ator de forma empática, com o objetivo de ouvir o que ele tem a dizer sobre o problema. Segue-se, então, uma negociação de um problema em que ambos tornam-se interessados sobre ele e comprometidos para com ele, e ele (o problema) atenderá aos anseios das duas partes. Este problema não será aquele inicialmente sentido pelo ator nem aquele que o facilitador pensava que seria “bom para resolver”, antes de iniciar o processo. Portanto, facilitador e ator(es), irão construir a definição de um problema a ser resolvido (Neto, 1996).

A abordagem SODA, e por consequência o processo de construção de mapas cognitivos, está fundamentada na crença do subjetivismo inerente ao processo de tomada de decisão, devido à diversidade de valores e objetivos, presentes em cada indivíduo, sendo muitas vezes conflitantes. O resultado imediato desta situação é a existência de diferentes percepções sobre o problema, sendo função do facilitador servir como mediador dos prováveis conflitos que possam ocorrer (Thomaz, 2000).

Segundo Eden et al. (1998), um mapa cognitivo corresponde a um modelo de parte do “sistema de conceitos” usado por um indivíduo para comunicar a natureza de um problema em um formato diagramático, ou seja, um modelo utilizado para representar as crenças, valores, preferências, experiências e sabedoria de um indivíduo na forma como este interpreta uma determinada situação.

De acordo com Cossette et al. (1992), um mapa cognitivo é uma representação gráfica de um conjunto de representações discursivas feitas por um indivíduo (o ator), tendo em vista um objeto (o problema), em um contexto de uma interação particular. Neto (1996) define ainda um mapa cognitivo como sendo uma representação gráfica de uma representação mental que o investigador (facilitador) faz aparecer de uma representação discursiva formulada pelo sujeito (ator) sobre um objeto (o problema), representação esta obtida da sua reserva de representação mental.

Dessa forma, o processo de construção de um mapa cognitivo é uma operação cognitiva quádrupla, conforme representado na Figura 9.

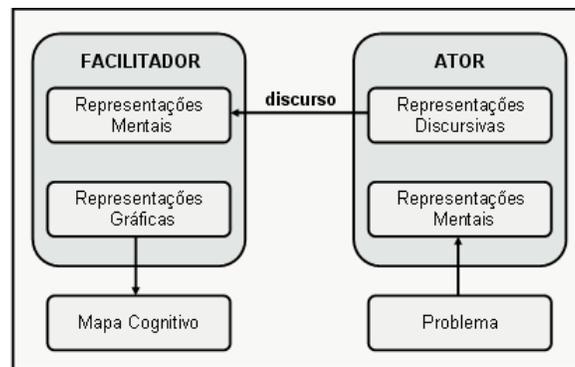


Figura 9. Operação cognitiva quádrupla para construção de um mapa cognitivo

Segundo Fiol et al. (1992), os mapas cognitivos podem ser classificados quanto ao tipo, uso, componentes, tipo de intervenção e tipo de análise.

Quanto ao tipo, existem os “mapas de pontos” e os “mapas de contexto”. Os primeiros são análogos aos mapas cartográficos das cidades, onde cada local desejado é

alcançado através de um percurso definido com base na seqüência de pontos bem caracterizados, não havendo incertezas sobre a rota, sendo assim facilmente memorizados e transferíveis de um indivíduo a outro. Os mapas de contexto possuem, também, informações sobre o ambiente decisório (contexto) que envolve os pontos de referência. Diante de incertezas, os mapas de contexto permitem exercer o julgamento para a busca de opções.

Quanto ao uso, os mapas cognitivos podem ser utilizados como “produtos” (mantendo-se estáveis no tempo) ou como “ferramentas”, com caráter dinâmico e passível de modificação (ou abandono) por parte dos decisores, ao enfrentar questões complexas.

Quanto aos componentes, os mapas cognitivos podem ser (1) “de identidade”, (2) “de categorização” e (3) “causais e de argumentação”. Os mapas de identidade estabelecem uma forma de identificar os elementos-chave do problema (atores, eventos e processos). Os mapas de categorização procuram obter uma classificação de eventos e situações com base nas suas diferenças e semelhanças. Os mapas causais e de argumentação geram um entendimento sobre as ligações existentes entre um evento específico no tempo e outro qualquer evento que ocorra em outro momento.

Quanto ao tipo de intervenção, os mapas cognitivos podem ser “organizacionais” ou “individuais”. No primeiro, o facilitador procura um mapa coletivo que represente um instrumento para a ação da organização, seja como ferramenta de apoio à decisão, seja para uma análise da organização. Os mapas individuais podem ter caracterização isolada, mas, principalmente, podem ser usados para a obtenção dos mapas coletivos (organizacionais).

Quanto ao tipo de análise, os mapas cognitivos podem ter análise “hierárquica” ou “cibernética”. A análise hierárquica considera a hierarquia dos componentes (dados, ações, meios, fins), obedecendo a uma racionalidade estratégica, desconsiderando os laços entre os nós (conceitos). Na análise cibernética, são consideradas as características hierárquicas e os laços existentes entre os nós do mapa, que levam às mudanças e ao crescimento estratégico.

No âmbito desse trabalho, serão considerados os mapas cognitivos de contexto, para uso como ferramenta de apoio à decisão, causais, organizacionais e analisados de forma hierárquica.

Na Seção seguinte serão apresentados os procedimentos necessários para a construção de mapas cognitivos.

3.3.3.1.1.1. Construção de Mapas Cognitivos

A utilização de mapas cognitivos em processos de tomada de decisão em grupo é altamente vantajosa, principalmente pela característica destes atuarem como um instrumento de negociação e participação. Concentrando-se nos conceitos apresentados no mapa, os membros do grupo passam a discutir sobre as idéias que ali estão expressas, sem se preocuparem com o autor das mesmas. Isto inibe as rivalidades pessoais, pois não existe um sentimento de propriedade individual sobre elas. Adicionalmente, sendo este anônimo, o mapa estratégico pertence a todos, pois os pensamentos individuais de cada membro do grupo estão ali colocados, fazendo parte do modelo que está a ser construído (Eden et al., 1983; 1998).

A utilização de mapas cognitivos provê a geração de uma grande quantidade de informações sobre o problema, fazendo com que haja um apreciável aumento do conhecimento dos decisores sobre a situação problemática. Esta característica dos mapas cognitivos pode ser muito útil na construção da árvore de pontos de vista, a ser visto na próxima Seção, uma vez que a partir desse mapa é possível determinar quais são os objetivos dos atores e as características das ações que os decisores julgam importantes e que, portanto, devem fazer parte do modelo de avaliação das ações. No entanto, esta transição, dos mapas para a árvore, está dependente da técnica do facilitador (Ackermann et al., 1990).

Segundo Ackermann et al. (1990), não existe uma maneira correta de desenvolver um mapa, sendo impossível estabelecer regras para sua confecção, mas apenas diretrizes que auxiliam o mapeador nos aspectos gerais do mapeamento. A primeira delas é quebrar o relato do problema, declarado por meio de sentenças (escritas ou faladas), em seus conteúdos essenciais, frases de não mais de 10 ou 12 palavras, que são tratadas como conceitos ou constructos distintos.

Pode ser útil separar uma sentença em dois ou mais conceitos que poderão estar diferentemente conectados a outras idéias e que, dessa forma, terão outro curso no mapa. Por outro lado, pode ocorrer, também, de duas ou mais sentenças conterem uma única idéia, podendo, dessa forma, ser expressa em um único conceito.

Uma vez iniciado o mapa, ou seja, estabelecido o primeiro conceito, o processo terá continuidade por meio de perguntas formuladas pelo facilitador ao cliente. Nesse sentido, Ackermann et al. (1992) sugere utilizar as quatro perguntas que podem auxiliar bastante na superação das dificuldades iniciais:

1. Por quê? Para procurar explorar as razões de determinada afirmação.
2. Como? Para procurar explorar as formas que o cliente discerne como possíveis para viabilizar alguma ação.
3. Como isto se liga a (...)? Para procurar identificar explicações e conseqüências de determinada afirmação.
4. Em vez de (...)? Para explorar o conteúdo concreto daquilo que foi expresso pelo indivíduo.

Com essas perguntas, o cliente declara outros conceitos que vão dando corpo ao mapa, refletindo a estrutura, tanto micro quanto macro, do problema. Micro porque as ligações entre os diferentes conceitos devem apresentar forma hierárquica, indicando como um conceito pode gerar ou ter implicações sobre outros e, dessa forma, posicionando no mapa um conceito em relação aos demais. E macro porque trabalha-se tendo por referência a estrutura hierárquica básica do mapa. Dessa forma, pode-se produzir uma representação organizada da forma como o cliente acredita que a situação emergiu e de como seus diferentes aspectos se inter-relacionam (Rieg, 1999).

Através da última pergunta, será possível trabalhar com pólos contrastantes. Um sistema de constructos pessoal é composto de constructos dicotômicos, isto é, cada um deles tem ou implica dois pólos. Dessa forma, um constructo pode ser representado por um pólo denominado de emergente ou positivo e outro chamado de contrastante, oposto ou negativo. O pólo positivo é a idéia que a pessoa exprime primeiro, significando a verdadeira preocupação do indivíduo. O segundo, o pólo negativo, na visão da pessoa que está sendo mapeada, representa o oposto “psicológico” do pólo positivo (Brown, 1992). O pólo negativo ajuda a definir o pólo positivo, dando maior clareza ao significado que a pessoa atribui à primeira idéia. Sempre que possível, uma frase deve ser unida a seu pólo contrastante em um único conceito no mapa por meio do símbolo (...) que é lido “em vez de”, para que o significado da frase emergente – primeira frase – seja melhor compreendido.

É importante destacar que o que se procura com este procedimento é a determinação do oposto psicológico e não do oposto lógico do decisor em relação a uma idéia. O oposto psicológico de uma determinada afirmação é a situação que o decisor encara como sendo o contrário dentro das circunstâncias que estão a ser analisadas, e não, a situação logicamente antagônica, como por exemplo maior-menor, alto-baixo. O

oposto psicológico de “diminuir” não é, necessariamente, “aumentar”, mas poderá ser, por exemplo, “manter constante”.

Como exemplo, se um empresário deseja investir em um novo projeto e, no entanto, não está certo de qual seria o melhor investimento a ser implementado, ele poderia definir o problema como:

“Desejo escolher um bom negócio.”

A partir desta frase, o facilitador deve solicitar ao decisor que pense sobre uma alternativa que seria o oposto a esta, dentro do contexto do problema. O decisor poderia responder:

“Investir em um projeto inadequado diante dos meus interesses.”

Sendo assim, a situação poderia ser descrita da seguinte forma:

**“Desejo escolher um bom negócio
ao invés de
investir em um projeto inadequado diante dos meus interesses.”**

A frase acima é representada no mapa por um conceito, composto por dois pólos: o pólo principal (a primeira frase) e o pólo oposto ou contraste (a segunda frase). No mapa um conceito é escrito de uma maneira sucinta e clara, ficando com a seguinte forma:

Escolha de um bom negócio

...

projeto inadequado

A ligação dos conceitos é feita através de setas, de modo que se a seta entra em um conceito **A**, então o conceito **A** pode ser explicado por (ou é a causa de) um conceito **B**. Se a seta sai de um conceito **A**, então o conceito **A** pode conduzir a (tem implicações para ou tem como consequência) um conceito **B**. A Figura 10 apresenta um exemplo de mapa cognitivo obtido tendo em vista o objetivo em questão.

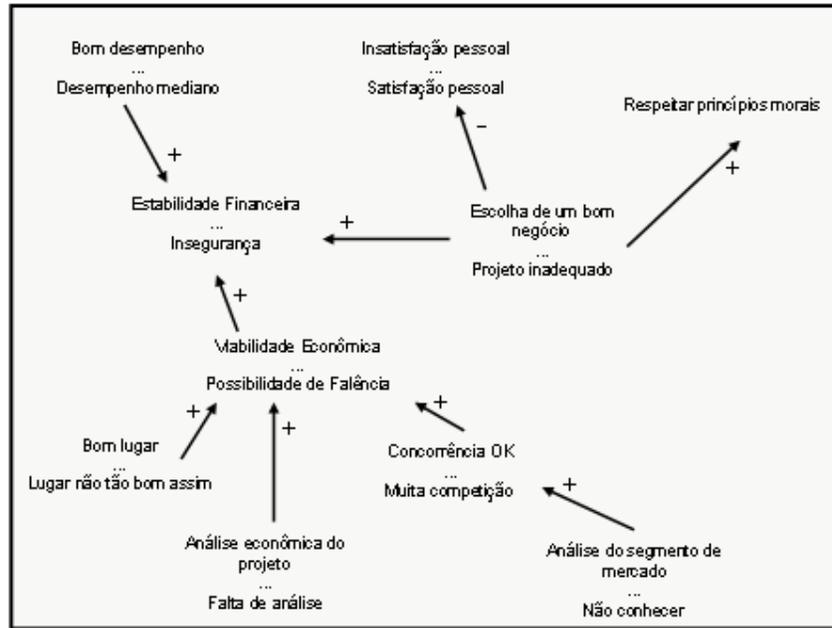


Figura 10. Exemplo de Mapa Cognitivo

Caso os conceitos liguem-se por meio da primeira idéia de um conceito com o pólo psicológico de outro, cria-se uma ligação negativa, ou seja, o arco direcionado que indica a ligação vai acompanhado de um sinal negativo. Cabe ressaltar que para haver esse tipo de ligação, os pólos contrastantes dos conceitos não necessariamente precisam estar explícitos. Na prática, muitas vezes o pólo negativo é omitido. Isto ocorre quando o conceito é relativamente claro para o indivíduo que relata o problema e para o facilitador. A Figura 11 ilustra a notação utilizada.

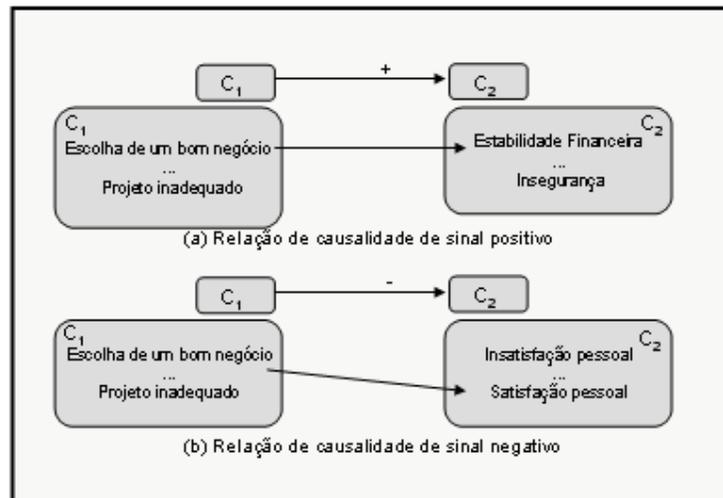


Figura 11. Relação de causalidade em mapas cognitivos

Segundo Cropper et al. (1997), deve-se manter nos conceitos a própria linguagem de quem está relatando a situação para que o indivíduo se sinta “proprietário” do mapa. Isso se torna necessário porque o mapa deve ser a representação do pensamento do cliente e não da interpretação do mapeador do que foi declarado por ele.

3.3.3.1.2. Estruturação por Pontos de Vista

Em um processo de decisão, diversos elementos relacionados com o problema podem revelar-se importantes segundo os julgamentos dos atores. Bana e Costa (1992) considera que as características das ações e os objetivos dos atores são dois fatores decisoriais importantes que possuem um papel complementar no processo de construção das preferências dos atores. Tais fatores se unem no que o autor denomina de ponto de vista.

Um ponto de vista (PV) é a representação de um valor julgado suficientemente importante pelos atores para ser considerado de uma forma explícita no processo de avaliação das ações ou alternativas (Thomaz, 2000). Para que seja possível proceder à avaliação das ações potenciais, é preciso que estes pontos de vista sejam clarificados, tornados operacionais e encontradas as suas interligações e incompatibilidades, processo este denominado de estruturação por pontos de vista (Bana e Costa, 1993).

Os pontos de vista podem ser classificados em pontos de vista fundamentais (PVF) e pontos de vista elementares (PVE) (Bana e Costa, 1992). Um ponto de vista fundamental reflete um valor relevante no contexto do problema. Para que um ponto de vista possa ser considerado fundamental, é necessário que este obedeça a um conjunto de propriedades:

- **Inteligibilidade:** um PVF deve ser adequado tanto como ferramenta que permita a modelagem de preferência dos atores, quanto como base para comunicação, argumentação e confrontação de valores e convicções entre eles (os atores);
- **Consensualidade:** um PVF deve ser aceito por todos os atores como suficientemente importante para influenciar a decisão e, portanto, ser levado em conta no modelo;
- **Operacionalidade:** para que um PVF seja capaz de tornar-se operacional, deve permitir a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de

impacto de tal PVF e possibilitar a construção de um indicador de impacto (indicador este que projeta o impacto de uma dada ação sobre o PVF). A primeira condição é necessária, mas não suficiente, uma vez que é indissociável da segunda;

- **Isolabilidade:** um PVF é isolável se é possível avaliar as ações segundo este PVF, independentemente dos impactos destas ações segundo todos os outros pontos de vista.

Os pontos de vista elementares são meios para se alcançar os pontos de vista fundamentais. Normalmente, diversos PVE's formam um ponto de vista fundamental, ou seja, um PVF representa um fim comum para o qual podem contribuir diversos valores mais elementares.

Um conjunto de PVF's nem sempre constitui um modelo de avaliação adequado. Para que este conjunto seja útil como modelo de avaliação é necessário que este conjunto constitua uma Família de Pontos de Vista Fundamentais (FPVF's), satisfazendo as seguintes propriedades:

- **Inteligibilidade:** semelhante à propriedade de um PVF;
- **Consensualidade:** semelhante à propriedade de um PVF;
- **Concisão:** o número de PVF's não deve ser muito grande de forma a não prejudicar o entendimento do modelo como um todo, ou seja, a FPVF's deve respeitar os limites cognitivos dos atores;
- **Exaustividade:** devem ser considerados todos os elementos primários julgados importantes para a avaliação das ações. Dessa forma, se duas ações são consideradas indiferentes para cada um dos PVF's, elas são indiferentes entre si;
- **Coesão e Monotonicidade:** uma FPVF's deve garantir a coesão entre o papel de cada um dos PVF's para a formação de julgamentos de valor local, e o papel que estes exercem na elaboração de preferências globais. Assim, não se pode dissociar a formação de tais julgamentos, restritos a cada PVF, do todo que é o contexto decisório;
- **Não Redundância ou Minimalidade:** uma FPVF's não deve ter PVF's redundantes, ou seja, aqueles que têm problemas de dependência entre si. Quando tal dependência ocorre, o conjunto de PVF's não é mínimo. O fenômeno

da redundância faz com que acabem sendo levados em conta mais de uma vez (em mais de um PVF) elementos primários julgados importantes pelos atores, o que acaba provocando distorções na agregação das avaliações locais.

Uma vez que o objetivo seja proceder a uma estruturação por pontos de vista, fazendo uso de um modelo multicritério de avaliação, baseado em uma função de agregação aditiva, o processo de estruturação do problema deverá evoluir para a construção de uma árvore de pontos de vista.

Uma árvore de pontos de vista baseia-se no conceito de estrutura arborescente, uma forma de estruturação hierarquizada de informação que parte dos conceitos de “topo” para os conceitos hierarquicamente inferiores, seguindo uma abordagem *top-down*.

A Figura 12 apresenta a estrutura “hierárquica” (da esquerda para a direita) de uma árvore de pontos de vista. O nível mais baixo de cada “ramo” da estrutura arborescente poderá ser formado por pontos de vista elementares (PVE), que são meios para se alcançar os pontos de vista hierarquicamente superiores, como por exemplo os PVE 1.1 e PVE 1.2. Os pontos de vista mais elementares se agrupam para formar outros pontos de vista, agora mais fins do que meios. Em determinadas situações, os pontos de vista formados pelo agrupamento de dois ou mais PVE’s alcançam o status de pontos de vista fundamentais (PVF), como é o caso do PVF 4, formado pelos PVE 4.1, PVE 4.2 e PVE 4.3. O agrupamento de PVF’s vai formar o que Bana e Costa (1992) designa de áreas de interesse ou áreas de preocupação, os quais por sua vez vão formar o objetivo global do processo de decisão.

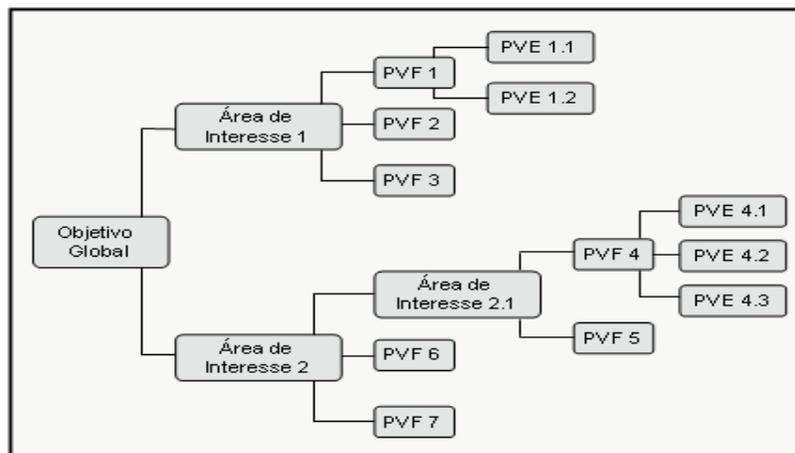


Figura 12. Árvore de Pontos de Vista

Conforme se pode notar na Figura 12, não é necessário que todos os pontos de vista fundamentais estejam situados no mesmo nível hierárquico da árvore. É importante ressaltar, apenas, que pontos de vista fundamentais são hierarquicamente superiores aos PVE's diretamente relacionados a eles (PVF's) e assim, não poderá haver situações em que um PVF esteja posicionado abaixo de um PVE.

Segundo Bana e Costa (1992), a construção de uma árvore de pontos de vista, além de tornar possível a utilização de um modelo multicritério para a avaliação das ações, vai melhorar a comunicação entre os atores, pois vai tornar mais compreensível o problema, clarificar as suas convicções e os seus fundamentos e permitir a obtenção de um compromisso entre os interesses e aspirações de cada ator envolvido no processo. Além destas características, a estrutura arborescente de pontos de vista vai, também, servir para facilitar o trabalho de operacionalização dos pontos de vista fundamentais, visto que a análise dos pontos de vista elementares, hierarquicamente inferiores a cada PVF, vai revelar outros possíveis indicadores e/ou cursos de ação para se alcançarem os valores representados no PVF, ou seja, a árvore de pontos de vista não é o objetivo final do trabalho do facilitador, mas um instrumento que vai ser utilizado em todo o processo para que seja possível alcançar uma boa decisão.

3.3.3.1.2.1. Descritores

Um ponto de vista deve refletir os valores e certas características das ações consideradas importantes pelos decisores. Desta forma, torna-se necessário a construção de uma função operacional sobre cada um dos pontos de vista fundamentais, de forma a auxiliar a compreensão de um ambiente decisional complexo e com limites mal definidos.

A intervenção do facilitador é crucial neste processo de operacionalização, desenvolvendo um trabalho interativo com os atores, iniciando um processo de aprendizagem onde se pretende a definição de um conjunto de níveis de impacto capaz de descrever as possíveis conseqüências de uma ação segundo um PVF, e onde cada nível possa ser definido da forma mais “precisa” possível.

De acordo com Bana e Costa (1992), um descritor é definido como um conjunto ordenado de níveis de impacto plausíveis associado a um ponto de vista fundamental j , denotado por N_j , onde cada nível de impacto deste descritor é denotado por $N_{k, j}$, e corresponde à representação do impacto de uma ação ideal, de tal forma que da comparação de quaisquer dois níveis do descritor resulte sempre uma diferenciação

clara, aos olhos dos atores, no que se refere aos elementos primários de avaliação que formam este ponto de vista fundamental.

Para que um PVF_j seja operacionalizável, é necessário que esteja associado a ele um conjunto de níveis de impacto bem definidos que constituam uma escala de preferência local, ou seja, que este conjunto seja dotado de uma estrutura de pré-ordenamento completa, tal que:

$$N^*,j > \dots > N_{k+1,j} > N_{k,j} > N_{k-1,j} > \dots > N^0,j$$

estabelecendo assim, uma ordem dos níveis de impacto classificados pela sua atratividade. Assim, exige-se que os níveis de impacto, $N_{k,j}$ de N_j estejam totalmente ordenados entre um nível de impacto de maior atratividade plausível N^*,j e um nível de impacto de menor atratividade plausível N^0,j (Bana e Costa, 1992; Kirkwood, 1997).

Os descritores podem ser classificados quanto à forma como é descrito o PVF (quantitativa, qualitativa ou uma imagem), quanto ao tipo de intervalo da medida (discreto ou contínuo) e quanto à forma de obtenção (direta, indireta ou construída) (Keeney, 1992; Bana e Costa, 1992). A Figura 13 apresenta uma descrição dos tipos de descritores.

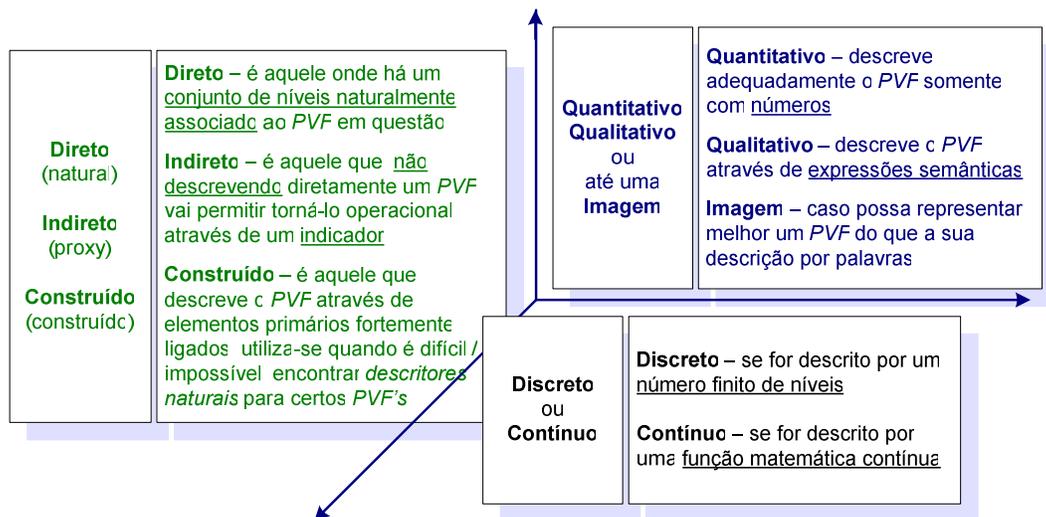


Figura 13. Tipo de descritores (Thomaz, 2005, p. 166)

De forma a exemplificar os descritores, tomemos como exemplo a elaboração de um modelo de avaliação de revestimentos para construção de prédios. Um possível ponto de vista fundamental seria o custo por m^2 de um revestimento, que poderia ser

operacionalizado por um descritor direto representado pelo preço do revestimento em unidades monetárias. Um outro ponto de vista, o conforto térmico do revestimento, por não possuir um descritor direto que o represente, poderia ser operacionalizado por um descritor indireto representado pelo coeficiente de condutibilidade térmica do material, por ser uma propriedade do material que está intimamente relacionada ao conforto térmico, embora se saiba que outras características do material contribuam para o conforto térmico. A facilidade de manutenção do revestimento, por ter um caráter essencialmente subjetivo, poderia ser operacionalizado por um descritor construído, formado por elementos de caráter subjetivo.

Uma exigência básica a ser feita a um descritor para que este operacionalize adequadamente um PVF é a verificação da sua não-ambigüidade. Assim, é considerado não ambíguo aquele descritor que, em cada um dos seus níveis de impacto, tem um significado claro e seja suficientemente distinto dos descritores dos outros PVF's, de tal forma que não permita o estabelecimento de confusão na fase de estruturação e/ou avaliação das ações (Bana e Costa, 1992).

Normalmente, na literatura, os descritores são apresentados com níveis de impacto conforme os mostrados na Tabela 2. Neste exemplo, os níveis de impacto estão descritos com um alto grau de ambigüidade, de forma que haja uma interpretação diferente de cada um dos níveis, por parte de quem os interpreta, devido à falta de informação inerente a este descritor. Os conceitos, como “muito bom” ou “bom”, não têm seus significados explicitados e, portanto, não terão interpretações idênticas por parte de cada um dos atores que os interpreta, de forma que o significado do conceito “muito bom” para uma pessoa possa ter outro significado para outra pessoa. Este é, portanto, um descritor inadequado para um PVF.

Tabela 2. Exemplo de um descritor inadequado para um PVF

Nível de Impacto	Descrição
N5	Muito Bom
N4	Bom
N3	Neutro
N2	Mau
N1	Muito Mau

Keeney (1992) e Bana e Costa (1992) definem três propriedades desejáveis para os descritores: mensurabilidade, operacionalidade e compreensibilidade.

Um descritor é mensurável quando define um ponto de vista fundamental de uma forma mais detalhada do que este PVF sozinho, diminuindo o grau de ambigüidade envolvido na definição dos níveis de impacto. A operacionalidade se dá quando um descritor descreve uma possível conseqüência de uma ação potencial, segundo um determinado PVF, e fornece uma base sólida de discussão para os julgamentos de valor sobre a atratividade dos vários níveis de impacto para o ponto de vista em questão. Um descritor é compreensível quando não existe ambigüidade na descrição das conseqüências das ações potenciais em relação a um determinado PV, nem na interpretação destas, de forma a não haver perda de informação na associação de um determinado nível de impacto a uma ação potencial (entre a pessoa que o associou e a outra que o interpreta).

Em resumo, o processo de escolha do tipo de descritores, e posteriormente, da sua construção, é extremamente útil para a estruturação do problema. A escolha de um descritor vai fazer com que apareçam novos valores, aumentando o grau de conhecimento do problema. Assim, se em um primeiro grau de exigência, poderia parecer suficiente um determinado tipo de descritor, à medida que o processo de estruturação vai avançando, é provável que seja necessário uma maior formalização na construção dos níveis de impacto de um descritor, de forma a tornar operacional o ponto de vista envolvido, possibilitando a quantificação do modelo de valor dos atores e uma posterior avaliação das suas ações potenciais.

3.3.3.2. Avaliação

A fase de avaliação é composta por três atividades principais que devem ser desenvolvidas antes da obtenção dos resultados globais do processo de tomada de decisão: (1) a construção de um modelo de preferências locais (escalas de valor cardinal), possibilitando a avaliação parcial das ações; (2) a determinação dos pesos que forneçam uma noção da importância relativa de cada ponto de vista fundamental, possibilitando a agregação das avaliações locais em uma avaliação global; e (3) a determinação dos impactos das ações segundo cada ponto de vista fundamental.

Uma função de valor é uma representação matemática de julgamentos humanos que procura oferecer uma descrição analítica dos sistemas de valor dos indivíduos envolvidos no processo de decisão e tem como objetivo a representação numérica das componentes do julgamento humano envolvidas na avaliação das ações. Em outras

palavras, procura transformar as performances das ações em valores numéricos que representem o grau com que um objetivo é alcançado.

As funções de valor são representadas numericamente por escalas, mostrando o quanto uma ação é preferível em relação à outra. As abordagens multicritério de apoio à decisão usam, na sua maioria, três tipos de escalas: ordinal, de intervalos e de razão. Neste trabalho, é utilizada a escala de intervalos, na qual não existe um zero fixo, mas sim um zero arbitrário (o nível abaixo do qual o decisor julga que o desempenho naquela dimensão não é aceitável). A Figura 14 apresenta os três tipos de escalas numéricas e suas características.

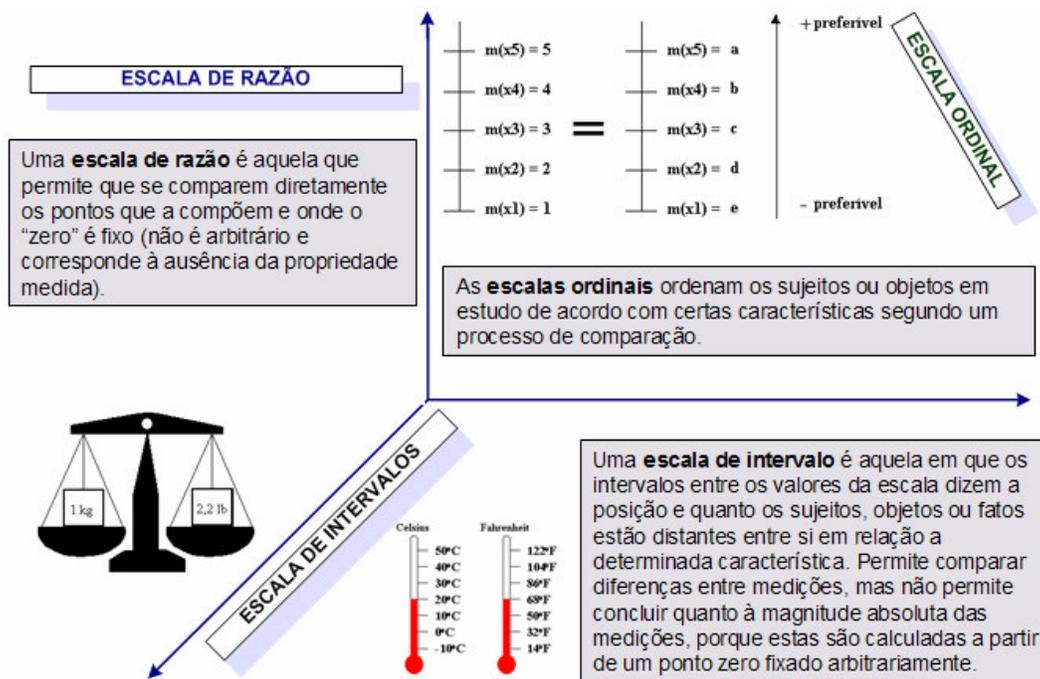


Figura 14. Escalas, tipos e características. Adaptado de (Thomaz, 2005, p.170)

A seguir, será detalhada a Abordagem MACBETH, utilizada na fase de avaliação.

3.3.3.2.1. Abordagem MACBETH

Normalmente, o decisor apresenta uma dificuldade em expressar seus julgamentos de valor sobre um determinado conjunto de níveis de impacto de uma forma direta para obter uma escala cardinal representativa. O esforço cognitivo necessário à construção desta escala é, normalmente, bastante elevado. A proposta da abordagem MACBETH é

no sentido de que a explicitação da intensidade de preferência que o decisor possui em relação às ações potenciais seja feita através da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações. Assim, este procedimento não propõe a obtenção da escala do decisor, mas sim, construí-la a partir dos seus julgamentos de valor, fazendo isto de uma forma onde não lhe será imposta nenhuma preferência, mas simplesmente retratar aquelas por ele fornecidas.

A Abordagem MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) é, assim, uma técnica interativa de apoio à construção, sobre um conjunto S de estímulos ou ações potenciais, de escalas numéricas de intervalos que quantifiquem a atratividade dos elementos de S na opinião do(s) ator(es), baseada em juízos semânticos de diferença de atratividade entre duas ações. É útil tanto para a construção de uma função de valor cardinal, quanto como técnica de ponderação, para a determinação dos pesos em um modelo de agregação aditiva.

3.3.3.2.1.1. Noção de diferença de atratividade

Quando se inicia a construção de uma escala cardinal sobre o conjunto das ações A , o que se procura é a quantificação do julgamento de valor das ações. A abordagem MACBETH faz uso do conceito de atratividade para medir o valor das ações potenciais. Desta forma, quando o decisor for questionado para emitir julgamentos de valor sobre as ações potenciais em uma determinada situação, deverá fazê-lo em termos da atratividade que “sente” por esta ação. Bana e Costa et al. (1995) definem esta tarefa como sendo a construção de uma função-critério:

$$v_j : a \in A : v_j(a) \in \mathfrak{R}$$

tal que o número real $v_j(a)$ represente numericamente o valor de qualquer ação $a \in A$, em termos do PVF_j , no sentido em que:

$$\forall a, b \in A, v(a) > v(b), \text{ sse}$$

1. Para o avaliador, a é mais atrativa ou preferível (localmente) que b ;

2. Qualquer diferença positiva entre $v(\mathbf{a})$ e $v(\mathbf{b})$ (ou seja, $v(\mathbf{a}) - v(\mathbf{b}) > 0$) represente numericamente a diferença de valor (atratividade) entre \mathbf{a} e \mathbf{b} , com $\mathbf{a} \succ \mathbf{b}$ sempre em termos do PVF_j e no sentido em que:

$\forall \mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d} \in \mathbf{A}$, com \mathbf{a} mais atrativa que \mathbf{b} e \mathbf{c} mais atrativa que \mathbf{d} , para o avaliador, o quociente $(v(\mathbf{a}) - v(\mathbf{b})) / (v(\mathbf{c}) - v(\mathbf{d}))$ reflete, em termos relativos, a diferença de atratividade que o avaliador sente (de forma mais ou menos precisa) entre \mathbf{a} e \mathbf{b} , tomando como referência a diferença de atratividade entre \mathbf{c} e \mathbf{d} .

Tal escala v verifica, em particular, a propriedade de que:

$$\forall \mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d} \in \mathbf{A}, v(\mathbf{a}) - v(\mathbf{b}) > v(\mathbf{c}) - v(\mathbf{d}), \text{ sse}$$

a diferença de atratividade entre \mathbf{a} e \mathbf{b} é maior do que a diferença de atratividade entre \mathbf{c} e \mathbf{d} .

Existem outras formas de construir uma escala cardinal sobre \mathbf{A} , tais como as técnicas da bissecção (*bisection techniques*) e as da pontuação direta (*direct rating*) (Goodwin et al., 1998). No entanto, em tais métodos existe uma dificuldade no processo de questionamento que apresenta sérios problemas de operacionalidade, uma vez que obriga o decisor a responder a questões de difícil resposta quando solicitado a efetuar comparações e diferenças de preferência entre dois pares de ações. Em outras palavras, enquanto que nas técnicas da bissecção e da pontuação direta o decisor responde a questões que envolvem quatro ações, do tipo “a diferença de atratividade entre \mathbf{a} e \mathbf{b} é maior, igual ou menor que a diferença de atratividade entre \mathbf{c} e \mathbf{d} ?”, na abordagem MACBETH o decisor precisa responder a perguntas mais simples e naturais, que exigem apenas juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre apenas duas ações.

3.3.3.2.1.2. Obtenção de escalas de valor cardinal

A idéia básica da abordagem MACBETH para a obtenção de escalas de valor cardinal é fazer um conjunto significativo de questões concretas que permitam obter informação sobre cada PVF (intra-critério) e testar a consistência das respostas do decisor, tendo em consideração a escala a construir (ou seja, a sua compatibilidade com a construção de uma escala cardinal). Assim, o procedimento de questionamento consiste em solicitar ao decisor um julgamento verbal (qualitativo) sobre a diferença de atratividade entre cada

duas ações x e y do conjunto S de estímulos ou ações (com x mais atrativo que y), escolhendo uma das seguintes categorias semânticas de diferença de atratividade (C_k):

- | |
|---|
| C_1 – Diferença de atratividade <i> muito fraca</i> |
| C_2 – Diferença de atratividade <i> fraca</i> |
| C_3 – Diferença de atratividade <i> moderada</i> |
| C_4 – Diferença de atratividade <i> forte</i> |
| C_5 – Diferença de atratividade <i> muito forte</i> |
| C_6 – Diferença de atratividade <i> extrema</i> |

Durante este processo de questionamento é preenchida uma matriz triangular superior com os julgamentos absolutos de diferença de atratividade do decisor, em que, quando não existir diferença de atratividade entre duas ações, seja inserido “no” (não ou “I” de indiferente) na interseção da linha x com a coluna y e vice-versa, ficando os pares ordenados (x, y) e (y, x) pertencentes à categoria C_0 , de não diferença de atratividade ou de indiferença.

Após a resposta aos pares de ações em análise e se a matriz de julgamentos for considerada consistente (análise efetuada pelo software M-MACBETH), uma escala base MACBETH é proposta, obtida por resolução de um problema de programação linear.

No Capítulo 4, no qual o processo proposto será detalhado, esta atividade será explicada com maiores detalhes.

3.3.3.2.1.3. Obtenção de constantes de escala

Depois de realizados todos os julgamentos absolutos de diferença de atratividade, segundo cada um dos pontos de vista fundamentais, é necessário, para a evolução do processo de apoio à decisão, a obtenção de informações entre PVF's (inter-critério), ou seja, a determinação dos pesos, para que seja possível uma avaliação global das alternativas.

Nas abordagens compensatórias, como as de medição de valor ou de utilidade multiatributo, a determinação destas constantes de escala é feita com base na importância relativa dos pontos de vista fundamentais. Estas constantes são necessárias para que seja possível a construção de uma regra de agregação e para que as escalas de valor cardinal locais sejam consideradas em conformidade com a sua importância relativa, com base nos juízos de valor dos decisores. Nestas abordagens, as constantes

de escala não possuem nenhum significado intrínseco ou absoluto, sendo teoricamente incorreto tentar determiná-las sem o conhecimento da extensão das escalas de impactos (Bana e Costa et al., 1997).

Os procedimentos de ponderação corretos, como o clássico *trade-off procedure* (Keeney et al., 1976) e o pragmático *swing weighting* (von Winterfeldt e Edwards, 1986) baseiam o cálculo das constantes de escala nas respostas dos avaliadores a questões que requerem destes a comparação de alternativas de referência. Tradicionalmente, estas alternativas de referência são definidas com base nos melhores e piores níveis de impacto segundo os vários critérios. No entanto, Bana e Costa et al. (1995) aconselham, em determinados casos, a definição de um nível de impacto bom e de um nível de impacto neutro (isto é, nem atrativo nem repulsivo) segundo cada PVF. Esta recomendação decorre do fato de que a utilização dos níveis melhor e pior em algumas situações poder gerar um sentimento de repulsividade muito forte no avaliador em relação ao pior nível de impacto, fazendo com que os juízos de valor não representem fielmente os seus sentimentos.

Na Seção 4.1.4.2 será apresentado todo o procedimento para a construção dos pesos dos pontos de vistas fundamentais, de acordo com Bana e Costa et al. (1999).

3.3.3.3. Elaboração das Recomendações

A fase de elaboração das recomendações não é desenvolvida segundo um procedimento cientificamente definido, já que depende do facilitador e do problema que está a ser analisado. Desta forma, este trabalho não vai apresentar uma discussão teórica sobre este assunto.

3.3.4. Casos de Aplicação

A Abordagem MACBETH tem sido utilizado para resolver os mais diversos problemas que envolvem dois ou mais critérios, nas mais diversas áreas, devido à facilidade proporcionada aos decisores no apoio à tomada de decisão.

A metodologia tem sido amplamente usada na área de Engenharia de Produção. Martins (1996) aplicou a metodologia para avaliar políticas de gerenciamento em uma empresa orizícola. Já Detoni (1996) aplica o MACBETH para definir revestimentos necessários em projetos de construção que satisfaçam um melhor custo-benefício.

No contexto organizacional, a metodologia foi utilizada, por exemplo, para definir a melhor estratégia de atração de investimentos para produção de circuitos integrados no Brasil e na seleção de projetos de pesquisa e desenvolvimento para alocação de recursos em uma empresa farmacêutica, conforme Bana e Costa (2006). Thomaz (2000) utiliza a metodologia para definir a melhor localização, a nível nacional, de centros de informação e recrutamento de voluntários para as Forças Armadas.

Conforme relatos dos mais diversos autores, a metodologia apresenta-se muito útil quando utilizada junto com a Metodologia de Conferências de Decisão, sendo utilizada para a resolução dos problemas organizacionais apresentados na Seção 1.1.

3.4. Considerações Gerais

A Metodologia de Conferências de Decisão agregada à análise de decisão multicritério proporciona um processo fundado em teorias sociais e técnicas e na tecnologia que permite uma abordagem *soft* aos complexos problemas organizacionais, através da compreensão dos processos de grupo e da criação de um ambiente focado na tarefa para obter uma expressão da realidade social partilhada pelo grupo (modelo) que garanta o seu empenho e vontade na implementação da solução final, consensualmente obtida e “propriedade” de todos.

A Análise Multicritério vêm sendo cada vez mais utilizada para apoiar a análise de decisões, devido às necessidades crescentes de analisar de forma sistemática e formalizada os contextos decisórios complexos que atualmente se apresentam. Análises deste tipo são valiosas ao considerar a natureza multidisciplinar dos problemas e as conseqüências das alternativas das ações segundo vários pontos de vista, permitindo aos atores um melhor entendimento do contexto decisório e um conseqüente aprendizado, inclusive no que se refere aos seus valores e preferências.

A Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão apresenta características que permitem que a mesma seja aplicada na resolução de problemas complexos nas mais diversas áreas, e em particular, em projetos de software. Tal metodologia, dentre outras coisas, permite uma abordagem mais abrangente e realista dos problemas complexos de decisão, na medida em que torna possível a modelagem de uma diversidade maior de fatores que se encontram envolvidos no processo decisório, incluindo tanto critérios quantitativos quanto qualitativos; promove ou facilita a comunicação e a integração entre as partes envolvidas nos processos decisórios; trabalha com modelos que

explicitam as preferências do agente de decisão, permitindo maior organização e transparência do processo decisório, aumentando assim sua credibilidade; propicia maior compreensão por parte dos atores envolvidos no processo decisório, os quais representam as diversas dimensões do problema, permitindo que o modelo estabelecido inicialmente possa ser aprimorado com o decorrer do tempo, em função das discussões geradas durante sua concepção e posterior utilização prática; e por fim, agrega um valor substancial à informação, na medida em que não apenas permite a abordagem de problemas considerados complexos, e por isso, não tratáveis pelos procedimentos intuitivo-empíricos usuais, mas também, auferir ao processo de tomada de decisão uma clareza e conseqüente transparência jamais disponível quando os procedimentos – ou outros métodos de natureza monocritério – são empregados.

O software utilizado pelo processo, o M-MACBETH, proporciona facilidades tanto em termos de eliminação de cálculos matemáticos que seriam feitos manualmente, como em termos do tempo que se despenderia para efetuá-los, além de proporcionar a rápida construção de gráficos e figuras que facilitam a compreensão do problema e um estudo detalhado da influência de variação dos julgamentos. No entanto, é importante conhecer o funcionamento deste software para a correta aplicação de suas ferramentas e interpretação dos resultados da avaliação, os quais devem ser questionados para identificar a adequação da escala gerada pelo software ao sistema de preferências do avaliador, uma vez que o software simplesmente trata os dados e informações que são a ele fornecidos e gera resultados de forma sintética e compreensível, permitindo uma análise mais simples.

Capítulo 4

Decisius: Um Processo de Apoio à Decisão para Projetos de Software

“A maneira mais fácil de se resolver um problema é se concentrar nas alternativas óbvias e selecionar uma. Isso resolverá o problema, mas um preço será pago futuramente quando as conseqüências aparecerem.” (Keeney)

Ao longo do ciclo de vida dos projetos de software, conforme visto no Capítulo 2, gerentes de projetos deparam-se freqüentemente com problemas complexos. Os critérios de resolução do problema são em número de, pelo menos, dois, conflitando entre si, além de não estarem claramente definidos, fazendo com que as conseqüências da escolha de uma dada alternativa com relação a pelo menos um critério não seja devidamente compreendida.

A solução do problema, na maioria dos casos, depende de um conjunto de pessoas, cada qual com seu próprio ponto de vista, sendo muitas vezes conflitantes entre si. As restrições do problema muitas vezes não são bem definidas, podendo haver dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição. Além disso, alguns dos critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são por meio de julgamentos de valor efetuados sobre uma escala.

Como se pode notar, a tomada de decisão diante de problemas complexos é uma atividade crítica, de modo que uma decisão mal tomada ao longo de um projeto de software pode acarretar no futuro fracasso do mesmo.

Thomaz (2005) desenvolveu um processo de tomada de decisão militar em uma perspectiva de gestão, com base na utilização das metodologias de conferências de decisão, de consultoria de processos de grupo e de análise multicritério de apoio à tomada de decisão, através do desenvolvimento de um caso prático de aplicação para criar um novo modelo de avaliação de desempenho para os Oficiais do Exército Português.

No contexto de projetos de software, é necessário que decisões passadas sejam revistas de modo a nortear as decisões a serem tomadas no futuro. Portanto, faz-se

necessário que um processo de apoio à decisão apresente uma gestão do conhecimento, de modo a suprir tal necessidade.

Desse modo, diante da necessidade de um processo formal de apoio à decisão para projetos de software para resolução de problemas não estruturados, bem como da importância da gestão de conhecimento em tal contexto, será apresentado, neste capítulo, o **Decisius**, uma proposta de processo de apoio à decisão para projetos de software, sendo uma adaptação do processo proposto por Thomaz (2005). Ao longo deste capítulo serão apresentadas as fases do processo e suas respectivas atividades, embasadas nas metodologias apresentadas no Capítulo 3.

4.1. Caracterização

O **Decisius** está fundamentado nas convicções apresentadas no Capítulo 1, as quais passam a ter uma maior importância ao se apresentar um problema novo. Sendo assim, a participação dos atores, a liberdade de criar, recriar e aprender, assim como a certeza de que o modelo deve refletir seus sistemas de valores foram fundamentais em todas as fases do processo, com destaque para a fase de estruturação.

O **Decisius** apresenta-se como um processo de apoio a ser utilizado ao longo de projetos de software, de modo a servir de complemento às áreas de conhecimento do PMBOK, apresentadas na Seção 2.2.1, bem como às áreas de processo do CMMI, apresentadas na Seção 2.2.2. A Figura 15 apresenta um resumo das metodologias que embasam o Decisius.



Figura 15. Embasamento teórico do **Decisius**

De modo a obter um modelo que seja partilhado pelo grupo, a Metodologia de Conferências de Decisão tem se mostrado mais eficaz e eficiente do que o processo tradicional de grupos de trabalho, pois transforma o “chefe do grupo de trabalho” em um “facilitador de processos de grupo e analista de decisão” (Thomaz, 2005, p. 78). Através da busca pela solução de melhor compromisso, o facilitador, em conjunto com os demais participantes, busca definir um modelo que possibilite chegar à solução de melhor compromisso para o problema.

As Abordagens Multicritério de Apoio à Decisão procuram construir uma estrutura partilhada composta pelas dimensões desejadas pelos atores, em vez de partir de uma situação pré-existente. Sendo assim, a estruturação do problema torna-se uma atividade crítica para a tomada de decisão, de modo que possibilite a geração de um modelo de avaliação através do qual as preferências dos decisores sejam agregadas a cada ação que se queira avaliar.

Como ferramenta para alcançar o processo de avaliação, o processo proposto fará uso da abordagem da Análise e Desenvolvimento de Opções Estratégicas (SODA), apenas como ferramenta de apoio ao processo de estruturação que possibilitará criar um ambiente de aprendizagem sobre o problema e, também, o estabelecimento das relações entre os elementos considerados importantes dentro do processo de tomada de decisão, de modo a possibilitar a construção posterior da árvore de pontos de vista.

Uma vez definidos os critérios a serem levados em consideração na avaliação do problema, torna-se necessária a definição das escalas, tanto intra-critério quanto inter-critério. Para tanto, a abordagem MACBETH prevê uma interação construtivista para a determinação das escalas de preferência que indicam a pontuação dos níveis de impacto dos PVF's e o grau de importância de cada PVF e área de interesse no contexto do problema analisado. A linha de conduta utilizada para obter as preferências do decisor está inserida nas convicções fundamentais para a prática de apoio à decisão. Uma vez que a transição da informação ordinal para cardinal constitui um ponto crítico para a confiabilidade da informação, não faz sentido perguntar aos decisores por informações cardinais sem alguma preparação prévia. Dessa forma, o MACBETH prevê uma análise dos julgamentos emitidos verificando a sua consistência para a determinação das informações cardinais a partir de julgamentos de diferença de atratividade.

Por fim, a Gestão do Conhecimento (*Knowledge Management*) é uma disciplina emergente que pretende otimizar a utilização do capital intelectual das organizações. O conceito de compartilhar conhecimento e utilizá-lo na prática não é novo, uma vez que

frases contendo a palavra conhecimento, tais como base de conhecimento e engenharia do conhecimento, existiam antes mesmo da disciplina de Gestão do Conhecimento se tornar popular (Rus et al., 2002). Tendo em vista a organização do conhecimento, uma das formas utilizadas hoje em dia são as bases de conhecimento, ou seja, repositórios nos quais são armazenados experiências, modelos, dados de recursos humanos, histórico de projetos passados e outras formas de conhecimento que sejam pertinentes e sirvam como a “memória” da organização.

Sendo assim, tal disciplina se faz importante no contexto de projetos de software, de modo a prover uma base de conhecimentos a ser utilizada na tomada de decisões, permitindo assim que decisões mais consistentes sejam tomadas.

Na próxima seção serão detalhadas as fases do processo proposto, assim como suas respectivas atividades.

4.2. Fases

O **Decisius** foi modelado através do SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*), um metamodelo proposto pela OMG (*Object Management Group*) para a descrição de um processo concreto de desenvolvimento de software ou uma família relacionada de processos de desenvolvimento de software, sendo ilustrado na Figura 16.

O **Decisius** é composto por sete fases principais: identificação do problema, planejamento, estruturação, avaliação, revisão, elaboração de recomendações e gestão do conhecimento, apresentando uma abordagem cíclica e dinâmica nas fases de estruturação, avaliação e revisão.

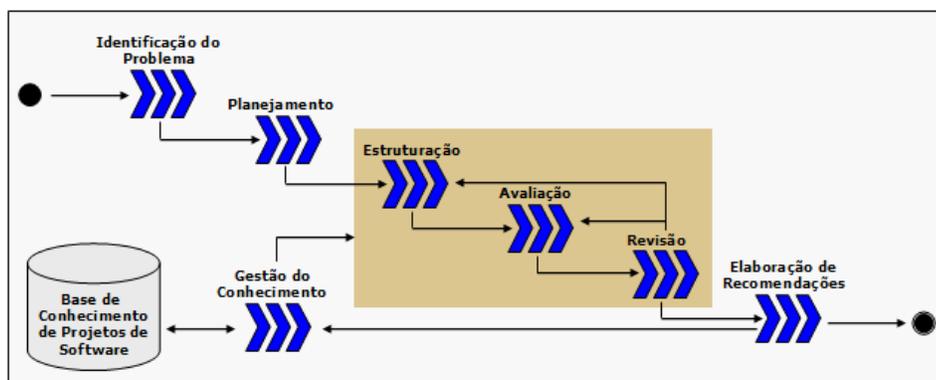


Figura 16. Fases do Decisius

A Figura 17 apresenta um detalhamento de cada fase do **Decisius**, explicitando as respectivas atividades desempenhadas em cada fase do processo.

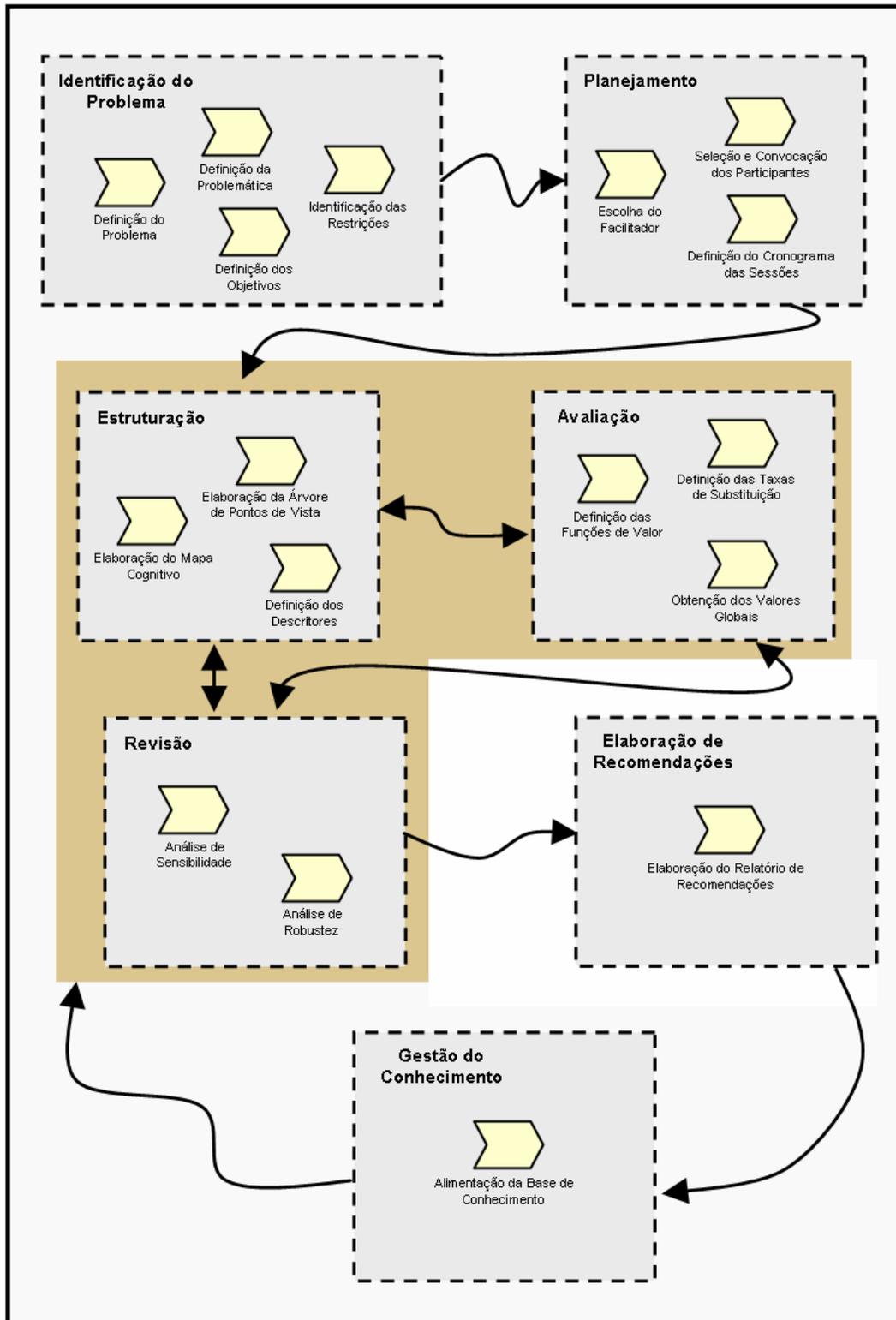


Figura 17. Atividades do **Decisius**

4.2.1. Identificação do Problema

A fase de identificação do problema consiste no reconhecimento de uma situação problemática complexa envolvendo vários critérios. Nesta fase, o gerente de projeto identifica um problema como sendo complexo o suficiente, de modo que seja preciso que o mesmo seja solucionado através de um processo formal de apoio à decisão através da participação de diversas fontes de informação, as quais representam as áreas-chave para uma tomada de decisão consistente e embasada. O gerente de projetos precisa definir onde se está no momento M1 e para onde se quer ir no momento M2, ou o que se tem no momento M1 e o que se quer obter em M2.

O marco dessa fase é a formulação do problema, juntamente com a definição da problemática e dos objetivos, além da identificação das restrições. Tais atividades são descritas a seguir.

4.2.1.1. Definição do Problema

Durante a atividade de apoio à decisão, tem-se como objetivo construir um modelo que, refletindo os valores dos intervenientes, permita apoiar o decisor ao longo do processo de decisão, tornando este processo claro e organizado. Dessa forma, como passo inicial, o gerente de projeto deve definir o problema de uma forma clara e consistente de modo que todos os participantes saibam o que deverá ser solucionado.

4.2.1.2. Definição da Problemática

A definição da problemática consiste em especificar em que termos o problema é visto, conforme descrito na Sessão 2.3. O gerente de projetos deve especificar o que se deseja ao final do processo, a saber: seleção da melhor alternativa (problemática **P.α**), classificação das alternativas (problemática **p.β**) ou ordenação das alternativas (problemática **P.γ**).

Tais problemáticas não são independentes uma das outras. Em particular, a ordenação das alternativas (**P.γ**) pode servir de base para resolver um problema **P.α** ou **P.β**.

4.2.1.3. Definição dos Objetivos

O objetivo deve ser corretamente definido, através da especificação dos estados de início e fim almeçados, ampliando assim a descrição do problema.

4.2.1.4. Identificação das Restrições

Esta atividade consiste em verificar se o tempo, insumos, capacidade técnica e influência do meio ambiente permitem solucionar o problema. Uma vez dispendo satisfatoriamente de tais recursos, a decisão final estará melhor embasada. Caso a capacidade técnica dos participantes disponíveis não seja a ideal, isso poderá comprometer o resultado final do processo.

Desse modo, faz-se necessário que as circunstâncias em que o processo transcorrerá sejam documentadas.

4.2.2. Planejamento

Uma vez identificado o problema, dá-se início ao planejamento das sessões (conferências de decisão). Nessa fase se dará a escolha do facilitador que guiará os participantes no apoio à decisão, seleção e convocação dos participantes, e posterior definição do cronograma das sessões.

4.2.2.1. Escolha do Facilitador

O processo de apoio à decisão é guiado através da intervenção de um facilitador, o qual contribui para fazer com que as áreas de domínio dos atores se interceptem, melhorando a comunicação e a busca por uma solução de compromisso.

A intervenção do facilitador ocorre de forma contínua, iniciando com a identificação dos pontos de vista e prosseguindo até a definição das ações potenciais e avaliação das mesmas.

O facilitador é um ator no processo e as convicções, anteriormente discutidas, são a base de sua intervenção ao longo do mesmo, a qual deve ser de tal forma que o mesmo interfira o menos possível no sistema de valores dos decisores, não emitindo opiniões que possam comprometer a confiabilidade do modelo proposto ao final do

processo. Dessa forma, o gerente de projetos deve selecionar um membro externo ao projeto, com conhecimento e experiência na condução de processos de grupo, para que o mesmo possa guiar os participantes no apoio à decisão.

O próprio gerente de projetos poderá conduzir o processo como um facilitador, desde que não interfira de modo a fazer com que os participantes não explicitem seus verdadeiros juízos de valor, tornando-se submissos ao que o gerente de projetos propõe como “correto”.

4.2.2.2. Seleção e Convocação dos Participantes

Os participantes devem ser selecionados de forma a representar as várias dimensões do problema. Os mesmos devem ter experiências nas suas áreas de atuação, de modo que possam influenciar de maneira significativa e positiva na decisão final.

As dimensões que compõem o problema são “explodidas” pelos participantes, de modo que os fatores influenciadores de cada dimensão na decisão final possam fazer parte do modelo de avaliação.

4.2.2.3. Definição do Cronograma das Sessões

A quantidade de sessões dependerá da complexidade do problema e da experiência do facilitador na condução do processo. O tempo de cada sessão deve ser de tal forma que não exceda o limite de duas horas e meia, uma vez que acima disto os participantes estarão cansados, em virtude do esforço cognitivo, o que comprometeria a confiabilidade do modelo final.

As sessões devem ser espaçadas (em intervalos de 1 ou 2 dias) de modo que possibilite aos participantes um estudo mais aprofundado sobre questões impostas pelo facilitador que não foram respondidas corretamente.

4.2.3. Estruturação

Na estruturação procura-se construir um modelo que permita a avaliação de ações alternativas, sendo baseado em um conjunto de hipóteses que são sugeridas e testadas ao longo do processo de apoio à decisão, com base nos valores dos decisores, procurando tornar a decisão clara e susceptível à análise. Para tanto, procura-se estabelecer uma

linguagem comum aos intervenientes de forma a minimizar as inconsistências e distorções na fase seguinte, resultando ao final desta fase no estabelecimento de uma família de pontos de vista fundamentais, assim como dos descritores destes pontos de vista.

De modo geral, não existem procedimentos genéricos que possam ser utilizados para estruturação de problemas complexos. No entanto, tal trabalho pode ser facilitado pela utilização de mapas cognitivos, os quais consistem em representar graficamente elementos importantes em um processo de decisão, de maneira transparente e levando em consideração a riqueza de detalhes que são apresentadas pelos intervenientes.

A partir do rol de elementos primários procura-se identificar elementos inter-relacionados e identificar clusters, ou áreas de domínio. A determinação de relações estruturais entre estes elementos permite a identificação dos pontos de vistas elementares e pontos de vista fundamentais.

4.2.3.1. Elaboração do Mapa Cognitivo

A elaboração do mapa cognitivo consiste em fazer com que os participantes explicitem o que julgam importante para a tomada de decisão. Para tanto, o facilitador deverá apresentar o objetivo que levou os participantes àquela sessão.

A *Oval Mapping* (Ovalmap, 2008) é uma técnica que ajuda as pessoas a trabalharem as idéias em torno de um problema, de modo a fazer com que os participantes tenham um entendimento partilhado sobre o problema. Para tanto, são utilizados *ovals*, ou *post-its*, espécies de papéis autocolantes, nos quais os participantes devem escrever aquilo que se considera importante para avaliar o problema em questão, sendo em seguida organizados em um quadro por áreas de preocupação para posterior discussão dos respectivos significados.

Dessa forma, os fatores determinantes para a solução do problema são explicitados de uma forma mais rápida e transparente, permitindo maior agilidade na construção do mapa cognitivo representativo do problema.

Uma vez apresentado o objetivo, os participantes deverão anotar nos *post-its* (sem se identificar), quais fatores julgam importantes para chegar ao objetivo, caracterizando assim um *brainstorming* organizado. Dependendo da complexidade do problema e do tempo disponível pelos participantes, os mesmos devem preencher de 5 a 8 *post-its*.

De posse dos resultados, o facilitador deverá agrupar os *post-its* equivalentes e dar início à discussão de modo a elencar os fatores fins e fatores meios, ou seja, identificar quais são os fatores que colaboram para que um determinado fator fim seja alcançado, o qual, por sua vez, será útil para que o objetivo final seja atingido.

Esta atividade é crucial para o bom andamento das demais atividades, uma vez que um problema mal estruturado poderá levar à resolução de problemas errados. Diante disso, é essencial que o facilitador estimule a discussão e debate, para que todos os participantes (sem exceção) expressem seus julgamentos, de modo a chegar a um consenso e conseqüente aceitação dos fatores.

À medida que se analisa um problema com mais detalhes, ou seja, quanto mais precisa a análise, maior a probabilidade de a solução escolhida ser a ideal ou estar próxima desta. No entanto, quanto mais acuradas as análises, mais onerosas serão. Portanto, torna-se importante que o facilitador identifique o nível de precisão adequado, isto é, até que ponto a consideração de novas informações pode adicionar valor à decisão.

4.2.3.2. Elaboração da Árvore de Pontos de Vista

A transição de um mapa cognitivo para uma árvore de pontos de vista não é uma tarefa simples, tampouco fácil. Os mapas têm estruturas diferentes das árvores. Ainda mais, o mapa é extremamente contextualizado, e a definição de regras de transição são muito difíceis. Portanto, a transição dos mapas cognitivos para as árvores de pontos de vistas, bem como a própria estruturação de tais árvores, constitui-se mais uma arte do que uma ciência. Não se pode afirmar que exista uma forma melhor ou pior de obter os PVF's (Ackermann et al., 1994).

Segundo Belton et al. (1995), o processo de transição deve ser feito, preferencialmente sem a presença do(s) ator(es). Ainda que o envolvimento do grupo em todas as etapas no processo de apoio à decisão seja realizado sob uma abordagem construtivista, é extremamente difícil ao facilitador explicar como ele obtém a árvore de PVF's a partir do mapa. Seja porque existe um grande número de informações que a construção do mapa forneceu ao facilitador de difícil explanação ao(s) ator(es), seja porque as estruturas diferenciadas de mapas e árvores exijam que o facilitador utilize sua percepção e interpretação pessoal sobre o problema, nessa transição (Neto, 1996).

Apresentada a árvore de candidatos a PVF's ao ator, uma abordagem negociativa entre facilitador e ator deve ser realizada, o que pode gerar algumas modificações na árvore. A grande vantagem dos mapas cognitivos reside no fato de que, permitindo a definição do problema de forma detalhada e servindo como ferramenta à estruturação da árvore, a discussão sobre os PVF's a serem ou não utilizados no modelo se faz com base em uma árvore sugestão. O processo negociativo sobre quais PVF's incluir ou excluir, torna-se assim muito mais produtivo do que se o facilitador tentasse estruturar diretamente a árvore a partir do rótulo do problema.

Uma vez submetida à verificação de suas propriedades, conforme descrito na Seção 3.3.1.2, a árvore construída pode ser considerada a árvore de pontos de vista fundamentais do modelo.

4.2.3.3. Definição dos Descritores

A seleção de descritores para os pontos de vista é uma parte importante da estruturação do problema. Esta etapa melhora a comunicação entre as pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão, cria melhores alternativas e, também, torna possível a quantificação do modelo proposto pelos atores.

A escolha entre os tipos de descritor apresentados na Seção 3.2.1.1.2.1 (direto, indireto ou construído) depende da situação em análise. Caso um descritor direto possa ser utilizado, este deve ser preferencialmente utilizado. Caso contrário, a etapa de identificação do descritor fica mais complexa, sendo necessário escolher ou um descritor construído, ou um descritor indireto, ou até mesmo proceder à decomposição dos pontos de vista fundamentais em pontos de vista elementares (PVE's) de modo a permitir a procura de descritores nesses PVE's (Keeney, 1992). Bana e Costa (1992) afirma que se não existe um descritor direto (ou natural), para um ponto de vista fundamental, nada garante que um descritor indireto ou um construído vai ser único ou que este seja minimamente suficiente ou “o mais” adequado para tornar este ponto de vista operacional.

Após a definição dos descritores, o decisor deve indicar os níveis de referência “Bom” e “Neutro”, a serem utilizados posteriormente na ponderação dos pontos de vista fundamentais. Tal tarefa é realizada de modo a eliminar a influência de níveis de impacto considerados muito negativos, segundo o avaliador, de modo a não prejudicar a

determinação dos pesos. Dessa forma, está-se trabalhando com a parte intermediária da escala e eliminando influências das extremidades, ou seja, dos níveis melhor e pior.

4.2.4. Avaliação

A noção de avaliação pode ser descrita como uma atividade que inclui dois passos simultâneos: a tentativa de alcançar a objetividade de uma certa situação (escolha) e a apreciação de tal situação.

A fase de avaliação preocupa-se com a caracterização das ações potenciais, de forma objetiva e com base na estrutura definida na fase anterior. Assim, nesta fase, define-se o perfil de impacto das ações potenciais, ou seja, as conseqüências das ações são expressas segundo uma lista de níveis de impacto sobre os descritores para posterior agregação destas avaliações parciais segundo o modelo de agregação descrito na Seção 3.3.2.

4.2.4.1. Definição das Funções de Valor

Duas condições devem ser observadas para que um PVF seja considerado operacional para a avaliação das ações potenciais: a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de impacto do PVF, e a construção de um indicador de impacto. A primeira condição é necessária, mas não suficiente, uma vez que é indissociável da segunda. A construção de tal indicador permitirá, portanto, comparar localmente as ações ideais levando-se em conta o impacto que elas provocarão sobre cada j'ésimo PVF em termos dos seus níveis de impacto. O indicador de impacto permite a “projeção” da ação a sobre a escala N_j (descritor do PVF_j), de tal forma que seja permitido selecionar um ou vários níveis considerados como representativos do impacto real de cada ação caso ela seja colocada em execução (Bana e Costa, 1992, p.150).

Para que possam ser definidos os indicadores de impacto é preciso novamente contar com as preferências do decisor. Na construção dos descritores suas preferências ditavam basicamente a ordenação preferida para os níveis de impacto. Agora, as preferências devem ser traduzidas no sentido de quantificar as diferenças de atratividade entre os níveis. A escala resultante para cada descritor dos pontos de vista fundamentais será uma escala de impacto cardinal, construída através do software M-MACBETH.

Para utilizar o MACBETH, o decisor deve fazer julgamentos sobre a diferença de atratividade entre os vários níveis de impacto de cada ponto de vista fundamental, previamente ordenados, e classificar esta diferença de atratividade segundo uma das seis categorias definidas pelo MACBETH, conforme definido na Seção 3.3.3.2.1.2.

Para cada PVF, deve-se comparar pares de níveis dos seus respectivos descritores, de modo a obter uma matriz semelhante ao da Figura 18, onde os números correspondem aos níveis de impacto de um descritor fictício. Uma vez preenchida a matriz, deve-se verificar a sua consistência semântica, ou seja, supondo, por exemplo, que a diferença de atratividade entre um nível A e um nível B seja “fraca” e que a diferença de atratividade entre os níveis B e C seja “moderada”, a diferença de atratividade entre A e C não poderá ser “muito fraca”. Tal consistência é verificada pelo software M-MACBETH, o qual analisa se as categorias dos juízos não decrescem da esquerda para a direita em cada linha, nem crescem de cima para baixo em cada coluna. Garantida a consistência semântica, o software M-MACBETH verifica se há consistência cardinal, ou seja, se existe uma função critério cardinal capaz de representar os juízos expressos pelo avaliador. Caso positivo, uma escala de atratividade cardinal é proposta. Caso contrário, o avaliador deverá rever os seus juízos de valor.

	11	10	9	8	7
11	nula	mfrac-frac	fraca	forte	mfort-extr
10		nula	fraca	moderada	mt. forte
9			nula	frac-mod	forte
8				nula	moderada
7					nula

Julgamentos consistentes

Figura 18. Exemplo de julgamentos consistentes

Caso haja inconsistência nos julgamentos, o software M-MACBETH auxilia na identificação de fontes de inconsistência e sugere modificações nos julgamentos iniciais. Estas modificações deverão ser discutidas, de tal modo que mudanças nas categorias sejam feitas somente com a concordância do decisor. Nos casos em que o decisor não concorde com modificações, as inconsistências cardinais deverão ser discutidas diretamente sobre a escala. A Figura 19 mostra um exemplo de inconsistência, bem como as sugestões de modificação propostas pelo MACBETH, sendo a seta para cima indicando que uma categoria superior à atual deve ser proposta

para o par em questão e a seta para baixo indicando que uma categoria inferior à atual deve ser proposta para o par em questão.

	11	10	9	8	7
11	nula	mfrac-frac	frac-a	moderada	mfort-extr
10		nula	↓ moderada	↑ mt. frac-a	mt. forte
9			nula	frac-mod	forte
8				nula	moderada
7					nula

Julgamentos inconsistentes
Sugestão 1 de 1 : 2 modificação(ões)

Figura 19. Exemplo de julgamentos inconsistentes, com sugestões de modificação

Uma vez resolvidas as inconsistências, é gerada uma escala para cada nível de impacto pelo software M-MACBETH, de acordo com a Figura 20, refletindo os julgamentos de diferença de atratividade do decisor. De acordo com as escalas geradas na Figura 20, é correto afirmar que passar do nível “7” para o nível “8” é tão atrativo quanto passar do nível “8” para o nível “10”.

	Escala actual
11	100
10	80
9	40
8	0
7	-80

Figura 20. Escalas geradas pelo MACBETH

4.2.4.2. Definição dos Pesos

A utilização da abordagem MACBETH para a determinação dos pesos facilita o processo de tomada de decisão, uma vez que, com o mesmo tipo de procedimento utilizado para a determinação das escalas de valor cardinal locais, é possível obter as constantes de escala necessárias à agregação das avaliações locais das ações potenciais.

O valor numérico para as constantes de escala é determinado pelo MACBETH a partir de informação qualitativa de preferência inter-critério (entre os pontos de vista fundamentais) fornecida pelo decisor, ao qual é pedido que considere uma ação fictícia

a₀:

$$\mathbf{a}_0 = \{ \text{pior}_1, \text{pior}_2, \dots, \text{pior}_n \}$$

cujos impactos são pior (ou neutro) em todos os pontos de vista e outras n ações fictícias cujos impactos são melhor (ou bom) em um ponto de vista e pior nos restantes pontos de vista, conforme abaixo:

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_1 &= \{ \text{melhor}_1, \text{pior}_2, \text{pior}_3, \dots, \text{pior}_n \} \\ \mathbf{a}_2 &= \{ \text{pior}_1, \text{melhor}_2, \text{pior}_3, \dots, \text{pior}_n \} \\ &\dots \\ \mathbf{a}_i &= \{ \text{pior}_1, \dots, \text{pior}_{i-1}, \text{melhor}_i, \text{pior}_{i+1}, \dots, \text{pior}_n \}, \quad i \in \{ 2, 3, \dots, n-1 \} \\ &\dots \\ \mathbf{a}_n &= \{ \text{pior}_1, \dots, \text{pior}_{n-2}, \text{pior}_{n-1}, \text{melhor}_n \} \end{aligned}$$

Assim, para a aplicação do MACBETH, o conjunto S de estímulos ou ações contém agora as n ações e a ação fictícia \mathbf{a}_0

$$S = \{ \mathbf{a}_0, \mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_n \}$$

Aplicando um modelo de agregação, considerando os valores parciais entre 0 e 100 e k como a constante de escala, tem-se,

$$V(\mathbf{a}_0) = 0 \quad \text{e} \quad V(\mathbf{a}_i) = 100 \cdot k_i \quad \text{com} \quad i \in \{ 1, 2, 3, \dots, n \}$$

A definição dos pesos consiste em duas etapas principais: ordenação prévia dos pontos de vista fundamentais e geração de uma escala que, normalizada, vai fornecer as constantes de escala entre os PVF's.

O procedimento é, então, solicitar inicialmente ao decisor que expresse julgamentos holísticos sobre os pontos de vista fundamentais, dois a dois, respondendo à seguinte questão:

Estando os pontos de vista fundamentais, PVF_i e PVF_j , no nível pior (ou neutro), seria mais atrativo passar para o nível melhor (ou bom) no PVF_i ou no PVF_j , mantendo os restantes em pior (ou neutro)?

As figuras 21 e 22 apresentam graficamente a questão acima. Na alternativa 1, o ponto de vista fundamental 1 está no melhor nível, enquanto que o PVF 2 se mantém no pior nível, ou seja, (M, P, P,..., P). Já na alternativa 2, o ponto de vista fundamental 1 permanece no pior nível, enquanto que o PVF 2 passou ao melhor nível, ou seja, (P, M, P,..., P). Note-se que todos os demais PVF's se mantêm no pior nível e, portanto, não influenciam este momento da análise.

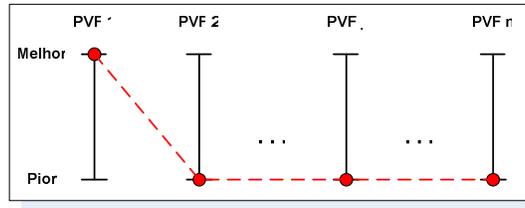


Figura 21. Alternativa 1 – PVF1 melhor nível, PVF2 e demais PVF's constantes no pior nível

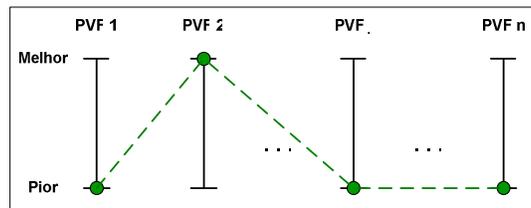


Figura 22. Alternativa 2 – PVF1 pior nível, PVF2 melhor nível, demais PVF's constantes no pior nível

O questionamento é feito de modo a preencher uma matriz conforme a Tabela 2, composta por um conjunto de 4 pontos de vistas fundamentais. Cada elemento $x_{i,j}$ da matriz vai assumir o valor 1, se e só se, for considerado mais atrativo passar para o nível superior no PVF_i do que no PVF_j . Caso contrário, o valor de $x_{i,j}$ é igual a zero. Este procedimento é efetuado para ordenar os PVF's em ordem decrescente de atratividade. Tal ordenação é feita somando o valor dos elementos $x_{i,j}$ em cada linha. Quanto maior for o somatório, mais atrativo é o ponto de vista. No caso da Tabela 3, o PVF_4 possui maior importância, enquanto que o PVF_2 possui menor importância.

Tabela 3 - Exemplo de Matriz de Ordenação de PVF's

	PVF ₁	PVF ₂	PVF ₃	PVF ₄	SOMA
PVF ₁		1	1	0	2
PVF ₂	0		0	0	0
PVF ₃	0	1		0	1
PVF ₄	1	1	1		3

A obtenção da ordenação dos pontos de vista fundamentais é o objetivo da primeira etapa do processo de determinação das constantes de escala e vai servir para que seja possível a utilização de uma matriz de juízos de valor. A segunda etapa do processo inicia-se com a construção de uma matriz de juízos de valor, onde os elementos estarão ordenados numa seqüência decrescente de atratividade e onde o ponto de vista fundamental considerado mais importante na etapa anterior vai situar-se, em linha, mais acima que os demais e, em coluna, mais à esquerda. Isto é necessário para fazer uso de uma matriz triangular superior para os julgamentos de diferença de atratividade. A vantagem da utilização de uma matriz ordenada é que facilmente se testa a inconsistência semântica, onde os julgamentos de diferença de atratividade não podem decrescer em linha da esquerda para a direita nem aumentar em coluna de cima para baixo.

De forma a não perder a informação sobre o ponto de vista fundamental considerado menos importante, é introduzida na matriz de juízos de valor uma ação fictícia a_0 que assumirá o nível mais baixo considerado no procedimento (neutro ou pior) em todos os pontos de vista (Bana e Costa et al., 1995). A inclusão desta ação torna-se necessária para que o decisor possa avaliar qual a diferença de atratividade em passar do nível de referência inferior para o superior no PVF menos importante, mantendo no nível inferior todos os outros pontos de vista fundamentais.

O preenchimento da matriz de juízos de valor é similar ao descrito anteriormente para a construção das escalas de valor cardinal. Apenas a forma de questionar é ligeiramente diferente. Bana e Costa et al. (1999) propõem ao decisor que responda à seguinte pergunta:

Uma vez que passar do nível pior (ou neutro) para o nível melhor (ou bom) no PVF_i foi considerado mais atrativo do que no PVF_j , mantendo todos os demais constantes, esta diferença de atratividade é muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte ou extrema?

A partir dos julgamentos e da forma já descrita, é feita inicialmente a verificação de eventuais inconsistências semânticas e cardinais e, depois, a determinação de uma escala de valor cardinal que represente os julgamentos de valor do decisor. A escala obtida é então normalizada, fornecendo os valores dos pesos entre os PVF's, tornando assim possível o uso de um modelo de agregação aditiva. A normalização é o resultado da divisão do valor obtido para cada PVF pelo somatório dos valores que formam a escala MACBETH (Bana e Costa et al., 1995).

A partir da obtenção dos pesos dos PVF's, pode-se considerar que a construção do modelo de avaliação está completa. O tratamento dado às eventuais inconsistências surgidas é mesmo procedido para as matrizes de diferença de atratividade entre os níveis de impacto dos PVF's. A possibilidade do decisor conhecer o grau de importância dos principais fatores intervenientes no problema ou na transformação da realidade que o mesmo representa é fundamental para a agregação de conhecimento no processo de análise. As importâncias relativas representadas pelos pesos são resultado das preferências deste decisor. No entanto, as taxas obtidas podem parecer incompatíveis com seus julgamentos e assim tanto a matriz de ordenação como a de diferenças de atratividade pode ser revista e alterada até que as ponderações estejam de acordo com a maneira pela qual ele percebe o problema. Para validar as taxas resultantes é necessário submetê-las a uma avaliação par a par por parte do decisor. Ele deve confirmar se as relações entre os pontos de vista fundamentais representam o seu juízo de valor. Caso o decisor perceba alguma distorção os julgamentos devem ser revistos.

4.2.4.3. Obtenção dos Valores Globais

Uma vez definidas as funções de valor de cada PVF, bem como os pesos relativos do mesmo, o decisor deve informar o impacto de cada ação potencial sobre cada um dos pontos de vista, de acordo com os níveis de impacto definidos nos descritores.

Dessa forma, tornar-se-á possível obter os valores globais das ações potenciais, de acordo com a Equação 1, através dos quais o decisor poderá tirar suas conclusões, podendo rever alguns conceitos, caso os mesmos não correspondam com seus juízos de valor.

4.2.5. Revisão

Freqüentemente, a tomada de decisão envolve informação escassa, imprecisa ou incerta. Portanto, é preciso analisar que conclusões robustas se podem extrair do modelo para níveis variados de escassez, imprecisão ou incerteza na informação.

Dessa forma, torna-se essencial que o modelo seja revisado para validar os resultados e verificar a estabilidade do modelo. Para tanto, é realizada uma análise de sensibilidade e de robustez, através do software M-MACBETH.

4.2.5.1. Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade pode ser definida com uma técnica que permite, de forma controlada, conduzir experimentos e investigações com o uso de um modelo de simulação, permitindo avaliar impactos associados: (a) às alterações dos valores das variáveis de entrada e dos parâmetros do sistema, e (b) às mudanças estruturais em um modelo. Tais impactos são determinados por meio de análises das variáveis de saída.

Como observado na fase anterior, os pesos foram determinados a partir de uma matriz de juízos de valor construída com os atores, seguindo a abordagem MACBETH. No entanto, como este procedimento é baseado em julgamentos subjetivos, torna-se irrealista afirmar que os pesos obtidos estão absolutamente corretos e que não existe nenhuma hesitação por parte dos atores (Thomaz, 2000). Assim, para que os resultados sejam considerados válidos e robustos, é necessário que gráficos sejam construídos de modo a mostrar o comportamento das ações diante da variação do peso em um ponto de vista fundamental mantendo os restantes constantes. Para tanto, o software M-MACBETH permite analisar interativamente as conseqüências nos resultados do modelo de alterar julgamentos, performances, pontuações ou pesos.

A análise de sensibilidade constitui, portanto, uma atividade importante no processo de apoio à decisão, pois permite ao decisor analisar os efeitos da variação dos seus julgamentos sobre o resultado da avaliação e identificar ações mais adequadas a estes novos julgamentos. Cabe ao facilitador assegurar que o decisor tenha conhecimento da influência da variação destes julgamentos no resultado da avaliação, fazendo com que a decisão que este venha a tomar seja resultado de um conhecimento mais profundo do problema e das alternativas de ação. A característica da interatividade deste processo se mostra na necessidade de reavaliar os julgamentos dos decisores, no que se refere à determinação das preferências globais (que definem as taxas de importância dos PVF's) ou ainda, das preferências locais (função critério definida para os níveis de impacto de cada um dos PVF's).

A Figura 23 mostra a análise de sensibilidade realizada no peso do PVF 1. Cada linha do gráfico mostra a variação da pontuação global da opção correspondente quando o peso do critério varia entre 0% a 100%. A linha vertical representa o peso atual (40) do critério em análise, no caso, do ponto de vista fictício PVF 1, conforme indicado no canto superior esquerdo.

A interseção das linhas de duas opções corresponde ao peso de indiferença global entre essas duas opções. Na Figura 23, verifica-se que as opções “A” e “E” se interceptam no ponto correspondente ao peso 78.6, o que significa que caso o peso do PVF 1 esteja abaixo de 78.6, a opção “E” deixará de ser mais atrativa do que a opção “A”. Considerando que o processo seja realizado para obter a melhor alternativa, a mudança no peso do PVF 1 poderá ser crucial para escolha da opção “A” ou “E” como sendo a melhor. Caso as linhas de duas opções não se interceptem, isso significa que uma das opções é sempre mais atrativa que a outra independentemente do peso do critério, como as opções “B” e “D”.

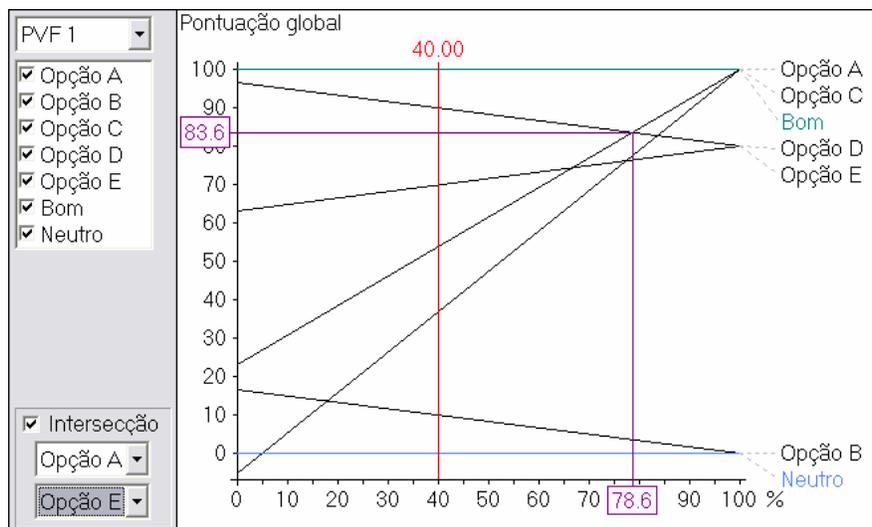


Figura 23. Análise de Sensibilidade no Peso

As escalas dos níveis de impacto dos descritores também podem ser revistas, uma vez que nem sempre as diferenças entre as escalas geradas correspondem aos juízos de valor do decisor. Na Figura 24.a, a escala correspondente ao nível “suficiente” do PVF fictício (50) provê como conseqüência que as Opções “D” e “E”, as quais foram julgadas nesse PVF como “suficiente”, apresentem como valor global 58 e 78, respectivamente. O decisor, percebendo que a diferença de atratividade entre os níveis “suficiente” e “boa” não condiz com o esperado, pode rever seus conceitos e diminuir a diferença, fazendo com que o nível “suficiente” apresente 80 como escala, conforme a Figura 24.b. A linha vertical, na Figura 24.b, corresponde ao intervalo no qual a escala correspondente ao nível em questão pode variar. Ao mesmo tempo, tal julgamento é refletido nas avaliações globais das opções “D” e “E”.

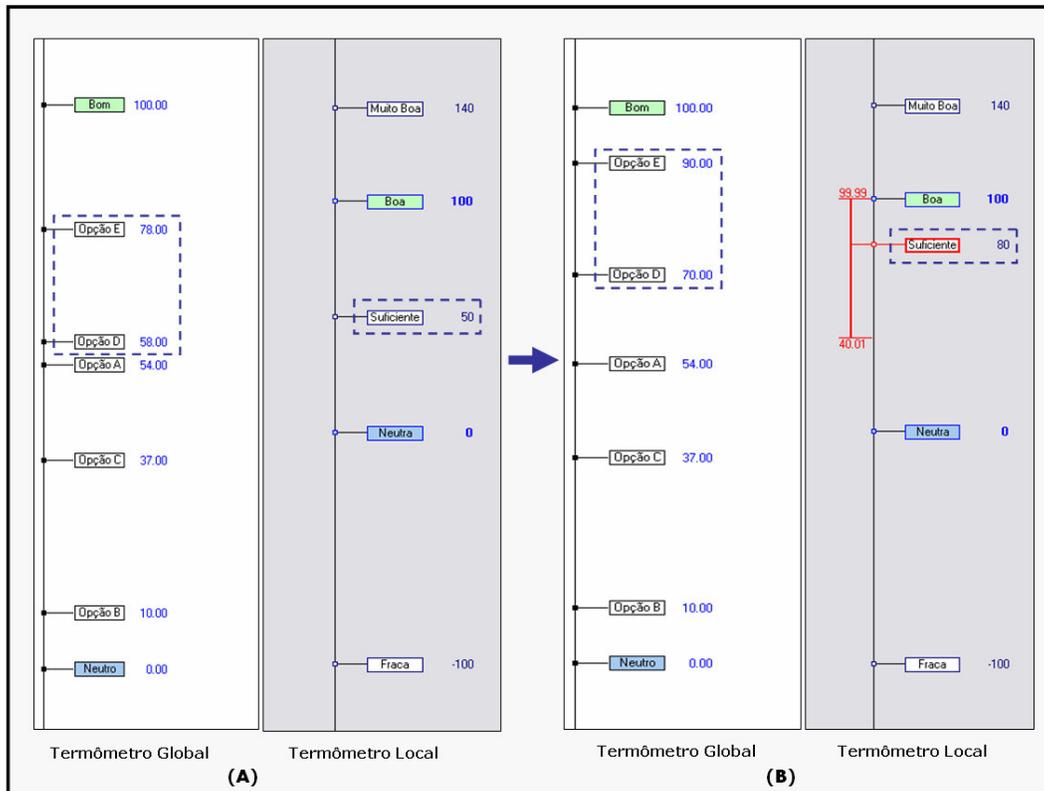


Figura 24. Análise de Sensibilidade nos níveis de impacto dos descritores

4.2.5.2. Análise de Robustez

A robustez é um conceito que se refere à sensibilidade de uma decisão em relação às incertezas que fogem ao controle dos decisores. Dessa forma, uma decisão robusta não é facilmente afetada por mudanças em fatores externos (Thomaz, 2000). A análise de robustez caracteriza-se, assim, por analisar todos coeficientes de ponderação dos pontos de vista ao mesmo tempo, contrariamente à análise de sensibilidade que, por sua vez, faz variar o coeficiente de ponderação de um ponto de vista mantendo os restantes constantes.

Para este tipo de análise são utilizados mapas de dominância para verificar a consistência dos resultados da avaliação das alternativas. O conceito de dominância é definido por Kirkwood (1997) como: Uma alternativa **a** domina uma segunda alternativa **b**, se **a** é, no mínimo, tão preferível quanto **b** em todos os atributos e, mais preferível que **b** em pelo menos um atributo. Se **a** domina **b**, então claramente **a** é preferível a **b**.

A Figura 25 mostra um exemplo de mapa de dominância construído a partir de dois pontos de vista fictícios, PVF 1 e PVF2. A análise deste mapa mostra que a opção “C” possui as melhores características segundo o PVF 1, enquanto que a opção “D” possui as melhores características segundo o PVF 2. As demais opções são consideradas dominadas segundo essa análise. Caso o decisor não concorde com o exposto pelo gráfico, os pesos dos critérios poderão ser revistos.



Figura 25. Gráfico XY

A Figura 26 mostra outra forma de se verificar a robustez do modelo, a partir do software M-MACBETH.

	Bom	Opção E	Opção D	Opção A	Opção C	Opção B	Neutro
Bom	=	?	▲	▲	▲	▲	▲
Opção E	?	=	?	?	+	▲	▲
Opção D		?	=	?	?	▲	▲
Opção A		?	?	=	?	?	?
Opção C			?	?	=	?	?
Opção B				?	?	=	▲
Neutro				?	?		=

Figura 26. Análise de Robustez

Onde,

	Representa uma situação de “dominância”: uma opção domina outra opção se for pelo menos tão atrativa quanto a outra em todos os critérios e se for mais atrativa do que outra em pelo menos um dos critérios.
	Representa uma situação de “dominância aditiva”: uma opção domina aditivamente outra opção se, para um determinado conjunto de restrições na informação, resultar sempre globalmente mais atrativa do que a outra opção da aplicação do modelo aditivo.

Uma vez realizada a análise de robustez, os atores poderão garantir a estabilidade do modelo diante de variações nos pesos, considerando assim o modelo como robusto.

4.2.6. Elaboração de Recomendações

A elaboração de recomendações consiste na tomada de decisão propriamente dita a partir do modelo gerado através dos julgamentos dos participantes. Conforme descrito na Seção 3.2.3, não existe um procedimento padrão para a realização de tal atividade, ficando a cargo do gerente de projeto gerar um relatório de forma a documentar todos os passos para a tomada da decisão final.

4.2.7. Gestão do Conhecimento

Em se tratando de projetos de software, onde as intensivas atividades em que o conhecimento humano se faz primordial e a utilização de experiências passadas é uma prática bastante salutar, a gestão de conhecimento pode influenciar de forma significativa na qualidade da decisão final.

A gestão do conhecimento pode ajudar no processo decisório como um todo fornecendo meios de compartilhamento de conhecimento, seja ele individual ou organizacional, de tal modo que a tomada de decisão não seja embasada somente no conhecimento e experiência individual do responsável pela decisão. Dessa forma, a organização ganhará em corretude e confiabilidade no seu processo de tomada de decisões.

A base de conhecimento proposta tem a finalidade de ser o concentrador de informações geradas pelos processos decisórios ocorridos ao longo dos projetos, de

modo a servir de base para resolução de problemas similares em outros projetos, em virtude de já se conhecer as conseqüências reais das decisões passadas.

No caso de empresas de desenvolvimento de software, as lições aprendidas são um dos seus maiores patrimônios. Desse modo, a base de conhecimento fornece os mecanismos necessários de compartilhamento de conhecimento, atuando como um concentrador de lições aprendidas em projetos e processos decisórios anteriores, fornecendo assim um histórico das experiências vividas pela organização.

Portanto, ao final de um processo de apoio à decisão, a base de conhecimentos deve ser alimentada com os resultados da atividade.

4.3. Considerações Gerais

Uma vez que, em projetos de software, a tomada de decisão é feita geralmente baseada na experiência profissional, sem o uso de modelos explícitos, o processo proposto nesta dissertação objetiva preencher tal deficiência, de modo que as decisões possam ser tomadas de maneira clara e consistente, levando em consideração os fatores conflitantes que venham a existir para a solução de um problema.

A integração da Metodologia de Conferência de Decisão com a Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão, fazendo-se uso da Abordagem SODA para estruturação e da Abordagem MACBETH, para avaliação, permite construir um modelo capaz de representar tanto os vários objetivos conflitantes dos participantes, quanto a inevitável incerteza em relação às conseqüências futuras, constituindo assim uma “ferramenta para pensar”, permitindo aos participantes a visualização das conseqüências lógicas, sob diversos pontos de vista.

Ao analisar as implicações do modelo, e em seguida, alterá-lo de forma a experimentar diferentes pressupostos, os participantes desenvolvem um entendimento em comum sobre o problema, chegando a um acordo sobre o caminho a seguir.

Ao final do processo, a base de conhecimento da organização é alimentada com modelos e decisões tomadas ao longo dos projetos de software, de modo que possa servir de base para futuras decisões.

Capítulo 5

Estudo de Caso: Um Modelo de Avaliação da Produtividade de Projetos de Software

“A análise da produtividade de projetos de software deve ser focada na história de vida dos mesmos, em termos de seus produtos, processos e meios de produção.”
(Walt Scacchi)

A medição da produtividade para as indústrias de software é vista como a chave para a melhoria da eficiência e eficácia do desenvolvimento de software. Atualmente, as medidas tradicionais de produtividade, embora sejam úteis, não são capazes de mostrar as possíveis variações da produtividade, apresentando somente as relações históricas entre saídas e entradas.

O conceito de produtividade admite várias interpretações, cada qual enfocando determinados objetivos e usos, nem sempre de maneira muito clara, envolvendo problemas conceituais, de análise e interpretação.

Segundo Gold (1973), de maneira geral, os indicadores de produtividade traduzem em números a situação da empresa em um dado instante considerado, mostrando-a exatamente como ela está naquele instante. Para que realmente se possa confiar nos indicadores, é preciso que eles possuam algumas características desejáveis, como: medir corretamente e com precisão o estado verdadeiro do fenômeno; mostrar exatamente aquilo que se deseja medir; devem abranger todas as partes importantes do processo, sem que se torne exaustivo; todas as variáveis do sistema de indicadores devem ser quantificáveis e apresentar resultados confiáveis; devem ser simples e inteligíveis; devem ser únicos e não redundantes; os fenômenos medidos devem ser controláveis, ou seja, passíveis de ações corretivas; e por fim, devem possibilitar a rastreabilidade do problema, ou seja, os indicadores que compõem o sistema devem levar o usuário diretamente ao foco do problema.

A fim de definir produtividade de software, precisa-se primeiramente estabelecer uma definição de software. No seu nível mais fundamental, software é um programa de computador composto por linhas de código. Entretanto, linhas de código não são os entregáveis prioritários de um projeto e seus consumidores geralmente não sabem

quantas linhas de código estão contidas no software que os mesmos estão adquirindo (Jones 1996). Diante disso, uma definição mais abrangente de software não compreende somente o programa de computador, mas também os procedimentos e documentos relacionados com o programa, que geralmente incluem a documentação dos requisitos, especificações, projeto do software e procedimentos direcionados ao usuário final (Mills, 1983). Desse modo, um conjunto completo de documentação provê algo mais tangível como resultado de um projeto de software, do que somente o programa em si.

Por outro lado, mesmo considerando o código do programa e a documentação associada como saídas de um projeto de software, os mesmos não são de interesse direto do consumidor, visto que o software é comprado baseado no que ele faz, e não como ele foi codificado ou documentado. Isso significa que o valor econômico dos bens e serviços consumidos não é medido nas mesmas unidades da produção do software (Sidler, 2002). Conseqüentemente, uma medição diferente do software precisa ser usada, de modo a obter uma definição significativa da produtividade. Essa medida necessita refletir o valor do serviço do software, isto é, a função que o mesmo se propõe a desempenhar (Jones, 1996).

Baseando as medições no valor utilitário do software, a suposição original pode ser revista e a produtividade de software definida como a relação entre o valor funcional do software produzido e o trabalho ou despesa para produzi-lo. Tal definição nos permite medir a produtividade baseada no valor oferecido ao consumidor do software, sendo assim mais realístico do que se basear nas linhas de código produzidas (Mills, 1983). Dessa forma, poderiam ser considerados como valor funcional o conhecimento e experiência que o desenvolvimento do produto incorporou na organização; a qualidade do produto (interna ou externa); o valor para o cliente, considerando o retorno de investimento; a inovação embutida no produto; dentre outros. Como despesa poderiam ser considerados os custos diretos do projeto; a qualidade de vida das pessoas envolvidas no projeto; o desvio do foco da empresa; dentre outros.

Apesar disso, a maioria dos estudos de análise da produtividade de software se baseiam na perspectiva quantitativa da produção, de acordo com a Equação 2.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Tamanho do Software}}{\text{Esforço Necessário}}$$

Equação 2. Produtividade de Projetos de Software

Cinco das métricas usadas na prática para medição do tamanho do software são:

- **Linhas de Código:** É o número de linhas do código fonte, excluindo os comentários e linhas em branco, sendo comumente chamado de LOC (do inglês, *Lines of Code*) (Fenton, 1997).
- **Software Science:** Proposto por Halstead (1977), de modo a medir o tamanho do código, através do número de ocorrências de operadores e operandos, e o volume, que corresponde à quantidade requerida de espaço em disco.
- **Pontos de Função:** Baseado na funcionalidade do programa, sendo o número total de pontos de função influenciados por cinco classes: quantidade de entradas, quantidade de saídas, quantidade de entradas interativas, quantidade de arquivos internos ao sistema e quantidade de arquivos externos ao sistema (Albretch, 1983).
- **Extensões de Ponto de Função:** *Feature Points* estende os pontos de função de modo a incluir algoritmos como uma nova classe (Jones, 1996). *Full Function Point* (FFP) é uma outra extensão de modo a medir aplicações de tempo real (St-Pierre, 1997). Outros métodos de medição de pontos de função são IFPUG, Mark II, 3D, Asset-R, Experience e Cosmic (Maya, 1998; Rehesaar, 1998; COSMIC-FFP, 2001; Laturi, 1996; Function Point, 1994).
- **Object Points:** Enquanto que feature points e FFP estendem os pontos de função, *object points* medem o tamanho através de outra dimensão. Tal métrica é baseada na quantidade e complexidade dos seguintes objetos: telas, relatórios e componentes 3GL. Apesar de não ser muito popular, *object points* são fáceis de serem usados nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento, sendo usados nos maiores modelos de estimativa de custo, como o COCOMO II (Boehm, 1996).

Além da saída de um projeto de software, descrito acima através das diversas métricas de tamanho de software, é necessário definir o significado de esforço, correspondente à entrada do projeto. O mesmo será medido em horas ou meses? Será considerado o tempo alocado para atividades gerenciais, de suporte à equipe ou apenas o tempo de desenvolvimento propriamente dito? Serão consideradas as horas extras não pagas? Caso o cliente atue ativamente no projeto, isso contará como uma ajuda no esforço total? Quais fases do ciclo de desenvolvimento estão sendo consideradas?

Como se pode notar, o esforço é notavelmente difícil de ser medido com acurácia. Shepperd et al. (2001) descreveram a experiência de acompanhar uma organização nas suas práticas de estimativa de esforço. Os dados referentes ao esforço de um mesmo projeto, de três diferentes fontes, possuíam discrepância de até 30%.

Como se pode notar, embora haja uma equação padrão para medição da produtividade de software, a mesma pode gerar resultados divergentes, dependendo das métricas utilizadas para medição do tamanho do software e esforço gasto. Além disso, observa-se que tal métrica não reflete as circunstâncias nas quais o software foi desenvolvido. Como visto na Seção 1.1.2, existem diversos fatores que afetam a produtividade de software. No entanto, não existe uma métrica que reflita a produtividade segundo tais fatores.

De modo a suprir tal deficiência, procurar-se-á, como estudo de caso do processo proposto, definir um modelo multicritério de avaliação que possibilite a geração de um índice de produtividade de projetos de software. Tendo em vista a estruturação do problema, foram realizadas sessões de conferências de decisão, nas quais o autor da dissertação, juntamente com seu co-orientador, nos papéis de analista de decisão e facilitador, conduziram um grupo de seis pessoas experientes em suas áreas de atuação, com base na aplicação interativa do método de mapeamento cognitivo e da estruturação por pontos de vista, utilizando-se da abordagem multicritério MACBETH.

As Seções seguintes descreverão as atividades desempenhadas em cada fase do **Decisius** para a elaboração do modelo de avaliação.

5.1. Identificação do Problema

Uma vez que a produtividade é determinada pela interação de muitos fatores, de modo que nenhum fator em especial é capaz de garantir a alta produtividade em um projeto de software, torna-se necessário uma forma de medição da real produtividade de um projeto levando em consideração os fatores influenciadores para o aumento ou diminuição da mesma. Portanto, identificou-se como problema a ineficiência da forma atual de medição da produtividade, através da divisão entre a quantidade produzida pelo esforço necessário.

Dessa forma, constitui-se como objetivo da aplicação do processo a definição de um modelo para gerar um índice de produtividade que incorpore os fatores que

influenciam no desenvolvimento de um projeto de software, de modo a refletir as circunstâncias nas quais o software foi desenvolvido.

Assim, será possível comparar a produtividade entre projetos de software, constituindo-se assim uma problemática de avaliação relativa ou comparativa. Em termos de *benchmarking*, a aplicação de tal índice propiciará que a produtividade (tamanho do software / esforço necessário) possa ser utilizado para estimativa de esforço baseado em projetos similares levando em consideração os fatores que afetam a produtividade (representados no índice), aumentando assim a acurácia de tais estimativas.

Para o desenvolvimento do modelo proposto foi necessário reunir pessoas com larga experiência nas suas áreas de atuação relacionadas com a Engenharia de Software. Uma vez que tais pessoas precisavam estar reunidas por um considerável período de tempo em sessões de conferências de decisão, tal necessidade se tornou uma restrição ao desenvolvimento deste estudo de caso, visto que cada participante possuía compromissos particulares relacionados a seus trabalhos. Desse modo, procurou-se explicitar o valor agregado de suas participações na pesquisa, procurando assim motivar os participantes.

5.2. Planejamento

De modo a apoiar a decisão através da determinação dos pontos de vista fundamentais para a conseqüente construção de um modelo multicritério, os participantes tiveram que ser rigorosamente escolhidos para representar as várias dimensões do problema em questão.

As sessões foram compostas por seis participantes, sendo três engenheiros de qualidade, com experiência em análise de requisitos, um consultor em métricas, um consultor em testes, com experiência em codificação e um gerente de projetos. Dos seis participantes, três são mestres e dois são mestrandos, além de um possuir certificação PMP. Dessa forma, constituiu-se uma equipe heterogênea, com membros experientes e qualificados em áreas específicas da Engenharia de Software.

De modo a desempenhar as demais fases do processo, o autor desta dissertação, juntamente com seu co-orientador atuaram como facilitadores. A participação do co-orientador nas sessões foi de grande valia devido à sua experiência com processos de grupo, resultando em um modelo de melhor qualidade.

Ao todo, foram realizadas quatro sessões de conferências de decisão, respeitando a restrição de tempo imposta pelos participantes. As sessões foram realizadas em uma empresa de desenvolvimento e pesquisa reconhecida internacionalmente, avaliada como CMMI nível 3.

Na primeira sessão foi apresentado aos participantes o objetivo da pesquisa, bem como o processo através do qual a mesma seria realizada, de modo a despertar o interesse e conseqüente motivação dos participantes.

Na segunda sessão foi realizado o mapeamento cognitivo através dos *post-its*, com duração de duas horas e meia.

Após a segunda sessão, os facilitadores elaboraram uma árvore de pontos de vista, bem como seus respectivos descritores, obtidos a partir do mapeamento cognitivo e levaram a julgamento para que os participantes o avaliassem na terceira sessão, com duração de duas horas e meia, que contou apenas com parte dos participantes, em virtude da dificuldade de se agendar um horário em comum entre os mesmos.

Na quarta e última sessão, também com duração de duas horas e meia, os participantes emitiram seus julgamentos de diferença de atratividade, de acordo com a abordagem MACBETH e elaboraram as funções de valor e pesos, assim como revisaram o modelo, através da análise de sensibilidade e robustez.

5.3. Estruturação

A fase de estruturação deu-se início com um pequeno *brainstorming*, auxiliado pela técnica designada de *post-it*, através da qual foram levantados alguns pontos de partida para a determinação dos conceitos fundamentais para a resolução do problema, sendo fornecidos a cada participante três *post-its* para que os mesmos escrevessem em cada um deles um conceito, aspecto ou uma pequena descrição que indicasse um fator considerado importante para a avaliação da produtividade de projetos de software.

Uma vez preenchidos, tais *post-its* foram recolhidos, lidos e colocados em um quadro, sendo levantadas algumas questões sobre alguns dos conceitos expressos, de modo a manter o grupo concentrado na leitura e na compreensão do significado dos aspectos referidos. A Figura 27 apresenta os *post-its* preenchidos pelos participantes.



Figura 27. Sessão de *post-its*

Após a leitura de cada um dos conceitos, passou-se a analisar e discutir cada aspecto individualmente, de modo a clarificar seus significados. A partir das discussões entre os participantes, foi ficando evidente que muitos dos elementos do grupo tinham preocupações semelhantes sobre o problema, o que permitiu ao facilitador agrupar estes aspectos no quadro por “áreas de preocupação”, ou seja, em subconjuntos de aspectos relacionados ou similares, conforme a Figura 28. Toda esta atividade do grupo foi desenvolvida em um ambiente de diálogo e com a utilização de questões de diagnóstico (Schein, 1999) sobre o “porquê?” e o “para quê?” de cada um dos aspectos considerados importantes, fazendo uso dos princípios e técnicas da consultoria de processos de grupo (Thomaz, 2005). Nesta fase, o facilitador teve que muitas vezes “parar” a discussão para procurar esclarecer o significado de conceitos e obter definições que ajudassem a clarificar o conceito que se pretendia transmitir no *post-it* (ou durante a discussão).



Figura 28. *Post-its* agrupados

5.3.1. Árvore de Pontos de Vista

Através da discussão realizada, foi possível reavaliar a importância de cada aspecto para a avaliação da produtividade de projetos de software e identificar novos aspectos e relações entre as várias dimensões do problema, o que permitiu descartar aspectos e renomear outros que não traduziam o conceito ou a idéia pretendida, sendo vários deles reescritos, desagregados ou agregados.

A Figura 29 mostra a árvore de pontos de vista construída para este problema. Conforme já referido, a árvore foi elaborada pelo facilitador e discutida com os atores. A árvore apresentada representa a estrutura definitiva do problema, não sendo a primeira proposta do facilitador e incorpora as modificações julgadas convenientes pelos atores não alterando, no entanto, a estrutura geral inicialmente obtida.

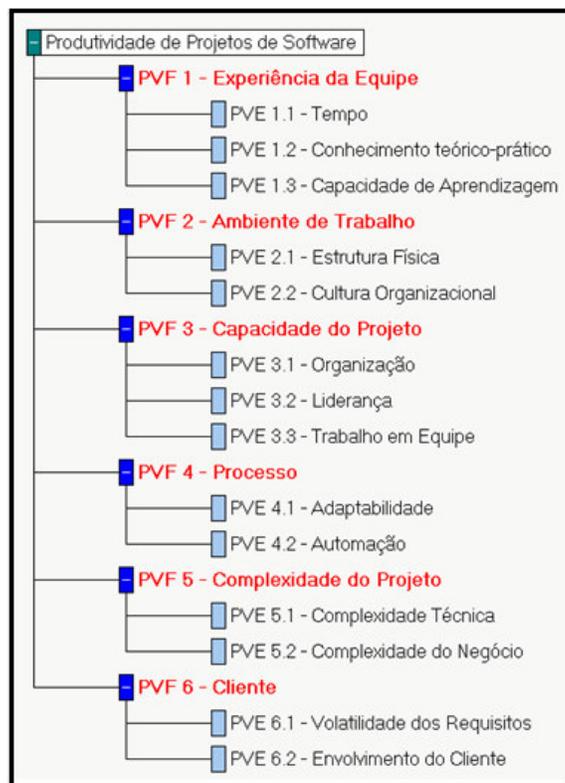


Figura 29. Árvore de Pontos de Vista

Para viabilizar um consenso entre os atores, e evitar dúvidas quanto ao que buscam representar os diversos elementos de avaliação, tornando os PVF's inteligíveis, são relacionados a seguir os conceitos dos vários PVF's apresentados na Figura 29, bem como dos seus respectivos PVE's.

- **PVF 1 – Experiência da Equipe**

Corresponde às características da equipe em relação à capacidade de aplicar os conhecimentos teórico-práticos, tempo de uso desta capacidade para fins práticos e a aprendizagem demonstrada, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 1.1 – Tempo**

Tempo de experiência na área de atuação.

- **PVE 1.2 – Conhecimento teórico-prático**

Nível de conhecimento na área de atuação.

- **PVE 1.3 – Capacidade de Aprendizagem**

Aprendizado conquistado pelos membros ao final do projeto, em relação ao conhecimento dos mesmos no início do projeto.

- **PVF 2 – Ambiente de Trabalho**

Corresponde ao ambiente proporcionado aos membros do projeto, em termos de estrutura física e cultura organizacional, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 2.1 – Estrutura Física**

Adequação da empresa aos requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, além do nível de barulho existente.

- **PVE 2.2 – Cultura Organizacional**

Cultura da empresa quanto à existência de procedimentos normalizados, de um ambiente sócio-cultural, assim como de projeção internacional.

- **PVF 3 – Capacidade do Projeto**

Corresponde às características dos membros da equipe em termos de organização, liderança e trabalho em equipe, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 3.1 – Organização**

Existência e atualização do planejamento por parte do gerente de projeto, com a definição do cronograma, pontos críticos, metas, alinhando à equipe com os resultados.

- **PVE 3.2 – Liderança**

Capacidade do líder (gerente de projeto) em conduzir a equipe ao sucesso.

- **PVE 3.3 – Trabalho em Equipe**

Nível de envolvimento, integração e compromisso mútuo dos membros do projeto para com os resultados.

- **PVF 4 – Processo**

Corresponde à adaptabilidade do processo, bem como o grau de automação disponível para o mesmo, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 4.1 – Adaptabilidade**

Capacidade do processo de ser modificado de modo a torná-lo mais produtivo, diante das características do projeto.

- **PVE 4.2 – Automação**

Nível de utilização de ferramentas para automatizar as atividades do processo.

- **PVF 5 – Complexidade do Projeto**

Corresponde à complexidade do projeto em termos da complexidade técnica e do negócio, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 5.1 – Complexidade Técnica**

Variedade de tecnologias utilizadas no projeto, bem como do nível de complexidade dos algoritmos utilizados.

- **PVE 5.2 – Complexidade do Negócio**

Complexidade oriunda do domínio da aplicação.

- **PVF 6 – Cliente**

Corresponde à participação do cliente ao longo do projeto, em termos da volatilidade dos requisitos e do envolvimento do mesmo ao longo do projeto, conforme os PVE's abaixo.

- **PVE 6.1 – Volatilidade dos Requisitos**

Nível com que os requisitos são modificados ao longo do projeto.

- **PVE 6.2 – Envolvimento do Cliente**

Nível de participação do cliente ao longo do projeto.

Uma vez definidos os pontos de vista fundamentais, foi necessário operacionalizá-los, ou seja, construir seus descritores. Uma vez que foi constatado a não existência de descritores diretos (ou naturais) para os PVF's, os mesmos foram operacionalizados através de descritores construídos, através de combinações entre os níveis dos descritores dos seus respectivos PVE's. Para cada PVF, foram especificados os níveis “Bom” e “Neutro”.

5.3.1.1. PVF 1 – Experiência da Equipe

O **PVF 1 - Experiência da Equipe** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pela média dos membros do projeto em relação aos PVE's Tempo, Conhecimento Teórico-Prático e Capacidade de Aprendizagem.

O **PVE 1.1 – Tempo** foi operacionalizado através de um descritor quantitativo, direto e contínuo, correspondendo ao tempo de experiência, em meses, do membro do projeto em sua área de atuação. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis “Bom” e “Neutro” deste PVE, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Descritor do PVE 1.1 - Tempo

Nível	Descrição	B	N
N2	36 meses		
N1	12 meses		

O **PVE 1.2 - Conhecimento Teórico-Prático** foi operacionalizado através de um descritor quantitativo, indireto e contínuo, correspondendo à quantidade de respostas corretas em um teste escrito e oral, com perguntas sobre a área de atuação do membro do projeto, com pontuação variando de 50 a 100%. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis “Bom” e “Neutro” deste PVE, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Descritor do PVE 1.2 – Conhecimento Teórico-Prático

Nível	Descrição	B	N
N2	80 % de respostas corretas		
N1	50 % de respostas corretas		

O **PVE 1.3 - Capacidade de Aprendizagem** foi operacionalizado através de um descritor quantitativo, indireto e contínuo, correspondendo à pontuação obtida em testes

realizados no início e fim do projeto para verificar a capacidade de aprendizagem do membro do projeto. Caso a nota final seja maior ou igual à nota inicial, a pontuação deve ser calculada através da “Nota Inicial x Nota Final”. Caso a nota final seja menor que a nota inicial, a pontuação deve ser calculada através da “Nota Inicial x (-)Nota Final”. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis “Bom” e “Neutro” deste PVE, conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Descritor do PVE 1.3 – Capacidade de Aprendizagem

Nível	Descrição	B	N
N2	80 pontos		
N1	25 pontos		

Para construção do descritor do **PVF 1 - Experiência da Equipe** foi necessário combinar os vários PVE’s que o formam. Para tanto, foi questionado aos participantes se existia alguma situação melhor que os especificados pelos descritores de cada PVE, de modo que foi julgado importante o tempo de 46 meses para o PVE 1.1 - Tempo. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 7.

Tabela 7. Descritor do PVF 1 – Experiência da Equipe

Nível	Descrição	B	N
N5	46 meses, 80% de respostas corretas e 80 pontos		
N4	36 meses, 80% de respostas corretas e 80 pontos		
N3	24 meses, 80% de respostas corretas e 80 pontos		
N2	12 meses, 50% de respostas corretas e 25 pontos		
N1	6 meses, 50% de respostas corretas e 25 pontos		

5.3.1.2. PVF 2 – Ambiente de Trabalho

O **PVF 2 - Ambiente de Trabalho** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pelos PVE’s Estrutura Física e Cultura Organizacional.

O **PVE 2.1 - Estrutura Física** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à adequação do ambiente de trabalho quanto a critérios previamente especificados de ergonomia, higiene, segurança,

equipamentos e nível de barulho. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis do descritor deste PVE, conforme a Tabela 8.

Tabela 8. Descritor do PVE 2.1 – Estrutura Física

Nível	Descrição	B	N
N3	Preenche de forma adequada os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, apresentando um ambiente silencioso.		
N2	Preenche de forma suficiente, mas não adequada, os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, possuindo um ambiente propício a interrupções.		
N1	Não preenche os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, apresentando ambiente altamente barulhento.		

O **PVE 2.2 - Cultura Organizacional** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, avaliando a existência de procedimentos normalizados, ambiente sócio-cultural e projeção internacional do ambiente de trabalho onde o projeto foi realizado. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis do descritor deste PVE, conforme a Tabela 9.

Tabela 9. Descritor do PVE 2.2 – Cultura Organizacional

Nível	Descrição	B	N
N3	Possui procedimentos normalizados; ambiente sócio-cultural; e projeção internacional (sem exceção).		
N2	Tem procedimentos normalizados; ou ambiente sócio-cultural; ou projeção internacional.		
N1	Não tem procedimentos normalizados; o ambiente sócio-cultural é fraco ou inexistente e não tem projeção internacional.		

O **PVF 2 - Ambiente de Trabalho** foi operacionalizado através da combinação dos níveis dos descritores dos PVE's que o formam. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 10.

Tabela 10. Descritor do PVF 2 – Ambiente de Trabalho

Nível	Descrição	B	N
N4	Preenche de forma adequada os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, apresentando um ambiente silencioso, além de possuir procedimentos normalizados; ambiente sócio-cultural; e projeção internacional (sem exceção).		
N3	Preenche de forma adequada os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, apresentando um ambiente silencioso, além de apresentar procedimentos normalizados; ou ambiente sócio-cultural; ou projeção internacional.		
N2	Preenche de forma suficiente, mas não adequada, os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, possuindo um ambiente propício a interrupções, além de possuir procedimentos normalizados; ou ambiente sócio-cultural; ou projeção internacional.		
N1	Não preenche os requisitos ergonômicos, de higiene, de segurança e de equipamentos, apresentando ambiente altamente barulhento e apresenta procedimentos normalizados; ou ambiente sócio-cultural; ou projeção internacional.		

5.3.1.3. PVF 3 – Capacidade do Projeto

O PVF 3 - **Capacidade do Projeto** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pelos PVE's Organização, Liderança e Trabalho em Equipe.

O PVE 3.1 – **Organização** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à existência e atualização do planejamento por parte do gerente de projeto, com a definição do cronograma, pontos críticos e metas, alinhando à equipe com os resultados. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis do descritor deste PVE, conforme a Tabela 11.

Tabela 11. Descritor do PVE 3.1 – Organização

Nível	Descrição	B	N
N3	O gerente de projeto apresentou um planejamento adequado, procurando manter a equipe alinhada com os resultados, mitigando os pontos críticos, respeitando sempre o cronograma do projeto.		
N2	O gerente de projeto, apesar de apresentar um planejamento suficiente, não soube lidar com os pontos críticos, comprometendo o cronograma do projeto.		
N1	O gerente de projeto mostrou-se ausente ao longo do projeto, com falta de planejamento, não cobrando os resultados da equipe, tampouco respeitando o cronograma do projeto.		

O **PVE 3.2 – Liderança** foi operacionalizado através de um descritor quantitativo, indireto e contínuo, correspondendo à pontuação calculada através das respostas “Sim” às perguntas de um questionário pré-definido preenchido pelos membros da equipe do projeto, com exceção do gerente, de modo a avaliar o quão líder o gerente foi ao longo do projeto. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis “Bom” e “Neutro” deste PVE, conforme a Tabela 12.

Tabela 12. Descritor do PVE 3.2 – Liderança

Nível	Descrição	B	N
N2	85 pontos		
N1	55 pontos		

O **PVE 3.3 – Trabalho em Equipe** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à percepção realizada pelo gerente do projeto em relação trabalho em equipe dos membros do projeto através de reuniões, listas de e-mail etc. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 13.

Tabela 13. Descritor do PVE 3.3 – Trabalho em Equipe

Nível	Descrição	B	N
N3	A equipe se mostrou envolvida, integrada, tendo sempre o compromisso com os resultados.		
N2	A equipe se mostrou envolvida e integrada, embora não devidamente comprometida com os resultados.		
N1	Os membros do projeto apresentaram dificuldades no relacionamento inter-pessoal, havendo certo grau de individualismo, comprometendo o bom andamento do projeto.		

O **PVF 3 - Capacidade do Projeto** foi operacionalizado através da combinação dos PVE's que o formam. Uma vez questionados sobre a existência de alguma situação melhor que os especificados pelos descritores de cada PVE, os participantes julgaram importante a existência de um nível melhor para o PVE 3.3 - Trabalho em Equipe, correspondendo à existência de uma equipe pró-ativa, com bom relacionamento fora da empresa. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF 3, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 14.

Tabela 14. Descritor do PVF 3 – Capacidade do Projeto

Nível	Descrição	B	N
N5	O gerente de projeto apresentou um planejamento adequado, procurando manter a equipe alinhada com os resultados, mitigando os pontos críticos, respeitando sempre o cronograma do projeto. Além disso, o gerente do projeto soube conduzir a equipe efetivamente, adquirindo uma pontuação de 85 pontos, possuindo uma equipe pró-ativa, com bom relacionamento fora da empresa.		
N4	O gerente de projeto apresentou um planejamento adequado, procurando manter a equipe alinhada com os resultados, mitigando os pontos críticos, respeitando sempre o cronograma do projeto. Além disso, o gerente do projeto soube conduzir a equipe efetivamente, adquirindo uma pontuação de 85 pontos, possuindo uma equipe envolvida, integrada, tendo sempre o compromisso com os resultados.		
N3	O gerente de projeto apresentou um planejamento adequado, procurando manter a equipe alinhada com os resultados, mitigando os pontos críticos, respeitando sempre o cronograma do projeto. Além disso, o gerente do projeto soube conduzir a equipe efetivamente, adquirindo uma pontuação de 85 pontos, possuindo uma equipe envolvida e integrada, embora não devidamente compromissada com os resultados.		
N2	O gerente de projeto, apesar de apresentar um planejamento suficiente, não soube lidar com os pontos críticos, comprometendo o cronograma do projeto. O gerente do projeto soube conduzir a equipe satisfatoriamente, adquirindo uma pontuação de 55 pontos, apresentando uma equipe envolvida e integrada, embora não devidamente compromissada com os resultados.		
N1	O gerente de projeto, apesar de apresentar um planejamento suficiente, não soube lidar com os pontos críticos, comprometendo o cronograma do projeto. O gerente do projeto soube conduzir a equipe satisfatoriamente, adquirindo uma pontuação de 55 pontos, apresentando uma equipe cujos membros apresentaram dificuldades no relacionamento interpessoal, havendo certo grau de individualismo, comprometendo o bom andamento do projeto.		

5.3.1.4. PVF 4 – Processo

O **PVF 4 – Processo** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pelos PVE's Adaptabilidade e Automação.

O **PVE 4.1 – Adaptabilidade** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à capacidade do processo de ser modificado de modo a torná-lo mais produtivo, em se tratando da necessidade de artefatos a serem produzidos. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 15.

Tabela 15. Descritor do PVE 4.1 – Adaptabilidade

Nível	Descrição	B	N
N3	Processo altamente adaptável, com a utilização de artefatos realizada conforme a necessidade do projeto.		
N2	Apesar da pouca quantidade de artefatos exigidos pelo processo, o mesmo indica que todos os artefatos sejam gerados, independente da necessidade do projeto.		
N1	Processo burocrático, com a necessidade da geração de grande quantidade de artefatos, sendo muitos deles pouco utilizados ao longo do projeto.		

O **PVE 4.2 – Automação** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo ao nível de cobertura das ferramentas em relação às atividades do processo. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 16.

Tabela 16. Descritor do PVE 4.2 – Automação

Nível	Descrição	B	N
N3	Ambiente CASE integrado, cobrindo todo o ciclo de vida do projeto.		
N2	Ferramentas de suporte à maior parte das fases do ciclo de vida do projeto.		
N1	Mínima quantidade de ferramentas, englobando apenas editores e compiladores.		

O **PVF 4 - Processo** foi operacionalizado através da combinação dos níveis dos descritores dos PVE's que o formam. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 17.

Tabela 17. Descritor do PVF 4 – Processo

Nível	Descrição	B	N
N4	Processo altamente adaptável, com a utilização de artefatos realizada conforme a necessidade do projeto, além de apresentar um ambiente CASE integrado, cobrindo todo o ciclo de vida do projeto.		
N3	Apesar da pouca quantidade de artefatos exigidos pelo processo, o mesmo indica que todos os artefatos sejam gerados, independente da necessidade do projeto, apresentando um ambiente CASE integrado, cobrindo todo o ciclo de vida do projeto.		
N2	Apesar da pouca quantidade de artefatos exigidos pelo processo, o mesmo indica que todos os artefatos sejam gerados, independente da necessidade do projeto, apresentando ferramentas de suporte à maior parte das fases do ciclo de vida do projeto.		
N1	Processo burocrático, com a necessidade da geração de grande quantidade de artefatos, sendo muitos deles pouco utilizados ao longo do projeto, apresentando ferramentas de suporte à maior parte das fases do ciclo de vida do projeto.		

5.3.1.5. PVF 5 – Complexidade do Projeto

O PVF 5 – **Complexidade do Projeto** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pelos PVE's Complexidade Técnica e Complexidade do Negócio.

O PVE 5.1 - **Complexidade Técnica** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à complexidade das tecnologias e algoritmos utilizados no projeto. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 18.

Tabela 18. Descritor do PVE 5.1 – Complexidade Técnica

Nível	Descrição	B	N
N3	Funcionalidades tecnicamente fáceis de serem implementadas devido ao uso de tecnologias padrões de mercado, sem uso de algoritmos complexos.		
N2	Funcionalidades implementadas com tecnologias ou algoritmos complexos (existência de um ou outro, não ambos).		
N1	Funcionalidades tecnicamente difíceis de serem implementadas devido ao uso de tecnologias e algoritmos complexos (existência de ambos).		

O PVE 5.2 - **Complexidade do Negócio** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo à complexidade do domínio

da aplicação. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 19.

Tabela 19. Descritor do PVE 5.2 – Complexidade do Negócio

Nível	Descrição	B	N
N3	Poucas regras de negócio, poucas exceções e poucos parâmetros.		
N2	Muitas regras de negócio ou muitas exceções ou muitos parâmetros.		
N1	Muitas regras de negócio, muitas exceções e muitos parâmetros.		

O PVF 5 – Complexidade do Projeto foi operacionalizado através da combinação dos níveis dos descritores dos PVE’s que o formam. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 20.

Tabela 20. Descritor do PVF 5 – Complexidade do Projeto

Nível	Descrição	B	N
N4	Funcionalidades tecnicamente fáceis de serem implementadas devido ao uso de tecnologias padrões de mercado, sem uso de algoritmos complexos, além de apresentar poucas regras de negócio, poucas exceções e poucos parâmetros.		
N3	Funcionalidades implementadas com tecnologias ou algoritmos complexos (existência de um ou outro, não ambos), apresentando poucas regras de negócio, poucas exceções e poucos parâmetros.		
N2	Funcionalidades implementadas com tecnologias ou algoritmos complexos (existência de um ou outro, não ambos), apresentando muitas regras de negócio ou muitas exceções ou muitos parâmetros.		
N1	Funcionalidades tecnicamente difíceis de serem implementadas devido ao uso de tecnologias e algoritmos complexos (existência de ambos), além de apresentar muitas regras de negócio ou muitas exceções ou muitos parâmetros.		

5.3.1.6. PVF 6 – Cliente

O PVF 6 – Cliente foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, formado pelos PVE’s Volatilidade dos Requisitos e Envolvimento do Cliente.

O **PVE 6.1 - Volatilidade dos Requisitos** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo ao nível com que os requisitos são modificados ao longo do projeto. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 21.

Tabela 21. Descritor do PVE 6.1 – Volatilidade dos Requisitos

Nível	Descrição	B	N
N3	Requisitos praticamente constantes, sendo necessário apenas alguns ajustes, como adição ou alteração de pequenas funcionalidades.		
N2	Mudanças consideráveis nos requisitos, mas controláveis por parte da equipe do projeto. Menos de 50% do total de requisitos apareceram ao longo do projeto.		
N1	Novos requisitos aparecem continuamente, comprometendo o bom andamento do projeto. Mais de 50% do total de requisitos apareceram ao longo do projeto.		

O **PVE 6.2 - Envolvimento do Cliente** foi operacionalizado através de um descritor qualitativo, construído e discreto, correspondendo ao nível de participação do cliente ao longo do projeto. De modo a construir o descritor do PVF, foram definidos os níveis deste PVE, conforme a Tabela 22.

Tabela 22. Descritor do PVE 6.2 – Envolvimento do Cliente

Nível	Descrição	B	N
N3	Participação muito ativa, estando disponível sempre que preciso.		
N2	Participação moderada, definindo ou aprovando de 30 a 70% das funcionalidades mais importantes.		
N1	Participação passiva, estando disponível apenas no começo do projeto.		

O **PVF 6 - Cliente** foi operacionalizado através da combinação dos PVE's que o formam. Uma vez questionados sobre a existência de alguma situação melhor que os especificados pelos descritores de cada PVE, os participantes julgaram importante a existência de um nível melhor para o PVE 6.1 - Volatilidade dos Requisitos, correspondendo à existência de requisitos constantes. Uma vez definidos os níveis “Bom” e “Neutro” de cada PVE, e após discussões entre os participantes sobre quais combinações deveriam fazer parte do descritor do PVF 6, foi definido que o mesmo fosse operacionalizado através do descritor definido na Tabela 23.

Tabela 23. Descritor do PVE 6 – Cliente

Nível	Descrição	B	N
N5	Requisitos constantes, com participação muito ativa do cliente, estando disponível sempre que preciso.		
N4	Requisitos praticamente constantes, sendo necessário apenas alguns ajustes, como adição ou alteração de pequenas funcionalidades, com participação muito ativa do cliente, estando disponível sempre que preciso.		
N3	Mudanças consideráveis nos requisitos, mas controláveis por parte da equipe do projeto, com menos de 50% do total de requisitos aparecendo ao longo do projeto, além de apresentar uma participação muito ativa do cliente, estando disponível sempre que preciso.		
N2	Mudanças consideráveis nos requisitos, mas controláveis por parte da equipe do projeto, com menos de 50% do total de requisitos aparecendo ao longo do projeto, apresentando uma participação moderada do cliente, o qual define ou aprova de 30 a 70% das funcionalidades mais importantes.		
N1	Novos requisitos aparecem continuamente, comprometendo o bom andamento do projeto, com mais de 50% do total de requisitos aparecendo ao longo do projeto, apresentando uma participação moderada do cliente, o qual define ou aprova de 30 a 70% das funcionalidades mais importantes.		

Encerrada a fase de estruturação do problema com a construção de todos os descritores necessários, o processo de apoio à decisão prosseguiu com a solicitação aos atores para que expressassem os seus juízos de valor em termos de diferenças de atratividade entre os níveis de impacto considerados para cada descritor, de modo a obter uma escala de preferência local sobre cada um dos pontos de vista fundamentais, assim como para que expressassem os seus juízos de valor em termos de diferenças de atratividade entre os pontos de vista fundamentais para obtenção dos pesos.

5.4. Avaliação

Conforme descrito na Seção 4.2.4.1, a atividade de construção de escalas foi realizada com o uso da abordagem MACBETH. Dessa forma, partiu-se para a construção de matrizes de juízos de valor (ou de julgamentos absolutos de diferença de atratividade) sobre cada um dos descritores, obtendo as escalas de valor cardinal que vão possibilitar a avaliação local dos projetos de software em relação a cada ponto de vista fundamental. Durante o processo de construção das matrizes ocorreram alguns casos de inconsistência cardinal que foram resolvidos através de discussões entre o facilitador e os atores, com a conseqüente modificação de alguns julgamentos. As matrizes

apresentadas abaixo são as matrizes finais sem quaisquer problemas de inconsistência, seja semântica ou cardinal.

Como visto na seção anterior, todos os seis pontos de vista fundamentais foram operacionalizados através de descritores qualitativos, construídos e discretos, embora alguns deles possuam pontos de vistas elementares avaliados com descritores quantitativos.

A construção das matrizes de valor pode ser feita de duas maneiras, dependendo do tipo de descritor construído para o PVF em questão: através de julgamentos de diferença de atratividade diretamente sobre os impactos das alternativas neste ponto de vista fundamental ou através de julgamentos sobre os níveis de impacto do descritor, o que significa fazer uso de uma ação fictícia que possui aquele nível de impacto, sendo esta a abordagem mais comum.

De modo a refinar as funções de valor e aumentar a inteligibilidade da escala obtida, foram criados três projetos fictícios, onde “Proj 1” corresponde ao nível mais elevado em todos os PVF’s, “Proj 2” corresponde a um projeto entre “Bom” e “Neutro” em todos os PVF’s, e “Proj 3” corresponde a um projeto abaixo de “Neutro” em todos os PVF’s.

Assim, as matrizes ficaram com cinco níveis, compostos pelas 3 opções (projetos fictícios) e 2 níveis de referência (“Bom” e “Neutro”). Como se pode observar nas matrizes de julgamento, não houve unanimidade na atribuição de uma categoria MACBETH para as diferenças de atratividade entre alguns dos níveis de impacto, como no caso da diferença de atratividade entre o nível “Proj 1” e o nível “Bom” (Muito Fraca – Fraca), do PVF 1. No entanto, tal dúvida foi considerada e aceita pela abordagem MACBETH obtendo-se assim, a escala de valor cardinal para este ponto de vista. No entanto, é aconselhável que não haja grandes intervalos de diferença de atratividade para cada par, como “fraco – muito forte”, uma vez que demonstra pouco conhecimento do problema por parte dos atores ou uma situação pouco esclarecida.

As escalas geradas refletem fielmente a diferença de atratividade entre os níveis, de modo que é correto afirmar, por exemplo, que aumentar a Capacidade do Projeto (PVF 3) de “Proj 2” (60) para “Proj 1” (140) é duas vezes mais atrativo do que aumentar de “Proj 2” (60) para “Bom” (100).



Figura 30. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 1 – Experiência da Equipe

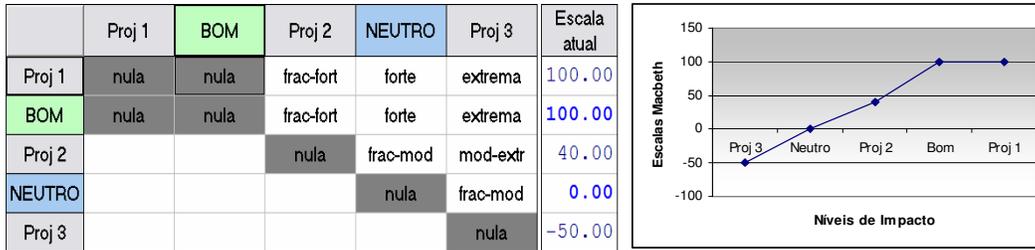


Figura 31. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 2 – Ambiente de Trabalho

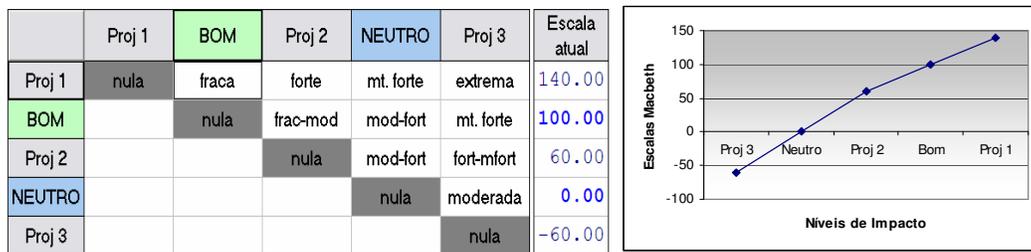


Figura 32. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 3 – Capacidade do Projeto



Figura 33. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 4 – Processo



Figura 34. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 5 – Complexidade do Projeto

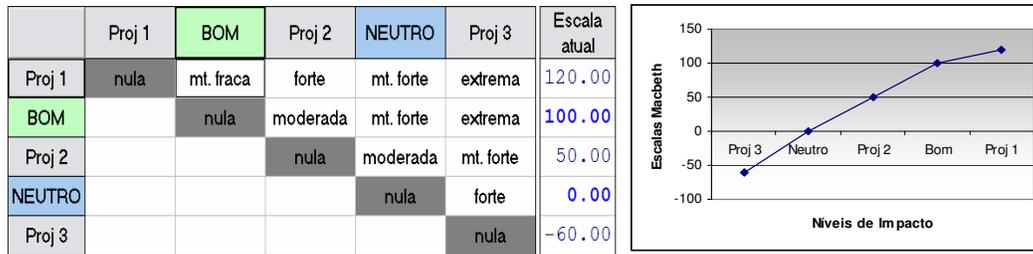


Figura 35. Matriz de Juízos de Valor e Escala do PVF 6 – Cliente

Uma vez definidas as funções de valor cardinal de cada PVF, foi necessário definir os pesos. Antes de proceder com os julgamentos de diferença de atratividade, os participantes tiveram que ordenar os PVF's em ordem decrescente de atratividade. Em virtude do pouco tempo disponível para as sessões, os PVF's tiveram que ser ordenados através de discussões, sem o procedimento descrito na Sessão 4.2.4.2.

Uma vez ordenados, a matriz de julgamentos foi preenchida. Uma vez que não existia uma noção clara da diferença de atratividade entre os PVF's, optou-se por julgar a maioria das diferenças como “positiva”, como mostrado na Figura 36.

	[PVF1-ExpEq]	[PVF 3 - CPro]	[PVF 5-CoProj]	[PVF 4-Proc]	[PVF 2-AmTrab]	[PVF 6-Client]	Neutro	Escala atual
[PVF1-ExpEq]	nula	fraca	moderada	frac-mod	moderada	forte	positiva	29.00
[PVF 3 - CPro]		nula	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	24.00
[PVF 5-CoProj]			nula	positiva	positiva	positiva	positiva	19.00
[PVF 4-Proc]				nula	positiva	positiva	positiva	13.00
[PVF 2-AmTrab]					nula	positiva	positiva	9.00
[PVF 6-Client]						nula	positiva	6.00
Neutro							nula	0.00

Figura 36. Matriz de Juízos de Valor para Obtenção dos Pesos

A Figura 37 apresenta um histograma dos pesos atribuídos aos PVF's, de modo que foi julgado o PVF 1 - Experiência da Equipe como sendo o mais importante e o PVF 6 - Cliente como sendo o menos importante na avaliação da produtividade.

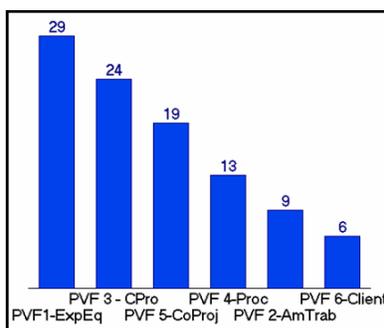


Figura 37. Ponderação dos PVF's

5.5. Revisão

Para cada função de valor gerada, foram realizadas análises de sensibilidade, de modo a fazer com que os intervalos apresentados pelas escalas geradas representassem os juízos de valor dos participantes. As escalas apresentadas nas Figuras 30 – 35 já incorporam as análises efetuadas.

A Figura 38 apresenta o resultado da análise de robustez, indicando a dominância das ações contendo os melhores níveis em relação às ações contendo os piores níveis, representando um caso ótimo, não havendo inconsistências.

	Proj 1	Bom	Proj 2	Neutro	Proj 3
Proj 1	=	▲	▲	▲	▲
Bom		=	▲	▲	▲
Proj 2			=	▲	▲
Neutro				=	▲
Proj 3					=

Figura 38. Resultado da Análise de Robustez

5.6. Elaboração de Recomendações

Uma vez concluído o processo, foram efetuadas as recomendações baseado no modelo de avaliação proposto. A Figura 39 apresenta o resultado final do processo, com as avaliações globais das ações (ou projetos) fictícios diante dos seis pontos de vista fundamentais, através da agregação dos mesmos possibilitada pelos pesos, representando assim os índices de produtividade dos projetos.

Sendo as escalas fixadas em dois pontos, “Neutro” com 0 pontos e “Bom” com 100 pontos, a ação “Proj 1”, com 119.50 pontos, apresentou um rendimento superior à ação globalmente boa (“Bom” – 100.00), enquanto a ação “Proj 3”, com -47.35 pontos apresentou um rendimento inferior à ação globalmente neutra (“Neutro” – 0.00).

Dessa forma, caso o modelo fosse utilizado para fins de *benchmarking*, o resultado provido pelo índice poderia fornecer informações aos gerentes de projetos que queiram utilizar os dados daquele projeto para estimar o esforço de seu projeto. Dessa forma, além de possuir a métrica padrão de produtividade, o gerente de projetos poderá

contar com as circunstâncias nas quais o software foi desenvolvido, representado pelo índice.

Opções	Global	PVF1-ExpEq	PVF 2-AmTrab	PVF 3 - CPro	PVF 4-Proc	PVF 5-CoProj	PVF 6-Client
Proj 1	119.50	130.00	100.00	140.00	100.00	100.00	120.00
Bom	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proj 2	58.60	70.00	40.00	60.00	60.00	50.00	50.00
Neutro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proj 3	-47.35	-35.00	-50.00	-60.00	-40.00	-50.00	-60.00
Pesos :		0.2900	0.0900	0.2400	0.1300	0.1900	0.0600

Figura 39. Resultado do modelo

5.7. Considerações Gerais

De fato, a produtividade é afetada por vários fatores, de modo que a simples medição da mesma através da divisão da quantidade produzida pelo esforço gasto não retrata fielmente as circunstâncias nas quais o projeto foi desenvolvido.

Diante disso, através da abordagem multicritério, procurou-se elaborar um modelo que reflita a produtividade, levando em consideração os fatores elencados por especialistas nas diversas áreas da Engenharia de Software, em sessões de Conferências de Decisão.

Dessa forma, além da utilização da medição padrão da produtividade (tamanho / esforço), gerentes de projetos poderiam utilizar o modelo proposto para enriquecer as bases históricas de projetos de software, de modo a tornar possível a realização de *benchmarking* permitindo a estimativa de esforço baseado em projetos similares levando em consideração as avaliações de cada projeto segundo o modelo proposto.

O escopo do estudo de caso foi apenas o de definir o modelo, não entrando no mérito de definir como os pontos de vista devem ser avaliados, como no caso do PVE Conhecimento Teórico-Prático, o qual é avaliado através de testes de avaliação do conhecimento. Neste sentido, o modelo não apresenta o que deve constar nos testes.

Diante das restrições de tempo, o modelo não pôde ser discutido mais a fundo com os participantes das sessões de Conferência de Decisão. Desse modo, o modelo apresentado pode servir de base para a elaboração de um modelo mais completo, com a participação de mais pessoas especialistas e com tempo disponível para as discussões que norteiam a elaboração de qualquer modelo através do processo de apoio à decisão.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

No âmbito dos projetos de software, embora o gerente de projetos tenha que tomar várias decisões de modo a satisfazer as diversas áreas de conhecimento do PMBOK, o mesmo não apresenta uma maneira formal de como a decisão deva ser tomada, de modo que realmente se leve em consideração todos os critérios necessários para resolução de um problema, bem como a correta avaliação das alternativas perante tais critérios.

Uma vez que, em projetos de software, a tomada de decisão é feita geralmente baseada na experiência profissional, sem o uso de modelos explícitos, o processo proposto nesta dissertação vem a preencher tal deficiência, de modo que as decisões possam ser tomadas de maneira clara e consistente, levando em consideração os fatores conflitantes que venham a existir para a solução de um problema não estruturado. Na empresa onde foi realizado o estudo de caso, apesar de ser avaliada como CMMI nível 3, o processo de Resolução e Análise de Decisão é baseado apenas em uma planilha, na qual são documentadas as alternativas e os critérios, cujos pesos são dados aleatoriamente, não havendo nenhuma base metodológica para a escolha de alternativas.

A Análise Multicritério vem sendo cada vez mais utilizada para apoiar a análise de decisões, devido às necessidades crescentes de analisar de forma sistemática e formalizada os contextos decisórios complexos que atualmente se apresentam. Análises deste tipo são valiosas ao considerar a natureza multidisciplinar dos problemas e as conseqüências das alternativas de ações segundo vários pontos de vista, permitindo aos atores um melhor entendimento do contexto decisório e um conseqüente aprendizado, inclusive no que se refere aos seus valores e preferências.

Dentro da perspectiva da incorporação dos juízos de valor do decisor, múltiplos critérios e da interação e aprendizagem dos intervenientes, a abordagem de estruturação por pontos de vista e a utilização do software M-MACBETH como gerador de funções de valor cardinal e das importâncias relativas dos pontos de vista fundamentais se apresentaram como ferramentas bastante eficazes na apreciação de problemas multicritério.

O esforço cognitivo necessário à construção das escalas é, normalmente, bastante elevado. A proposta da abordagem MACBETH é no sentido de que a

explicitação da intensidade de preferência que o decisor possui em relação às ações potenciais seja feita através da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações. Assim, este procedimento não propõe a obtenção da escala do decisor, mas sim, construí-la a partir dos seus julgamentos de valor, fazendo isto de uma forma onde não lhe será imposta nenhuma preferência, mas simplesmente retratar aquelas por ele fornecidas.

Valença (2007) realiza uma tomada de decisão para escolher qual técnica de medição do tamanho do software deve ser utilizado em seu processo de estimativa de esforço. Para tanto, Valença pondera os critérios de forma aleatória, sem considerar a relação de um peso com os demais. Uma vez que a transição da informação ordinal para cardinal constitui um ponto crítico para a confiabilidade da informação, não faz sentido perguntar aos decisores por informações cardinais sem alguma preparação prévia. Dessa forma, o MACBETH provê uma análise dos julgamentos emitidos verificando a sua consistência para a determinação das informações cardinais a partir de julgamentos de diferença de atratividade.

A Metodologia de Conferências de Decisão apresenta-se como um processo que ajuda o decisor a chegar a uma melhor e mais aceitável solução, assim como a um acordo mais rápido sobre a ação a ser seguida, do contrário dos procedimentos habituais. Tal metodologia poderia ser usada na especificação dos requisitos, uma vez que com as técnicas apresentadas nesta dissertação, e com o apoio de um facilitador, os requisitos poderiam ser clarificados com maior facilidade.

Durante o planejamento do projeto, problemas específicos podem ser identificados como sendo críticos o suficiente para serem resolvidos através do processo proposto, como a definição de questões arquiteturais e de *design*; uso de componentes COTS (*Commercial Off-The-Shelf*); seleção de fornecedores; definição de ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento; priorização de requisitos a serem implementados; dentre outros.

O modelo proposto no estudo de caso vem preencher o *gap* existente na avaliação da produtividade de projetos de software, o qual até então é medido através da quantidade produzida pelo esforço necessário. O índice de produtividade provido através do modelo proporcionará uma maior riqueza de informações quando a produtividade de projetos for utilizado para estimativa de esforço de projetos futuros.

O modelo foi elaborado de maneira subjetiva através dos julgamentos dos participantes selecionados baseado em suas experiências, o que constitui uma limitação

do modelo. Dessa forma, o refinamento do mesmo, através de sua aplicação prática, é importante para definir os descritores com um grau maior de detalhe, bem como as formas com que os pontos de vista fundamentais sejam avaliados, como os testes para avaliar o conhecimento teórico-prático, a capacidade de aprendizagem e a liderança, por exemplo. A partir do processo definido, pode-se desenvolver modelos mais sofisticados, no contexto da Tecnologia da Informação, como a elaboração de um modelo de avaliação de empresas de TI.

Referências

- Ackermann F. e Belton, V., (1994) Managing Corporate Knowledge Experiences with SODA and VISA, *British Journal of Management*, 5, (163-176).
- Ackermann, F.; Cropper S. A.; Eden, C. (1990) Cognitive mapping for community operational research – a user’s guide. Tutorial Paper O. R., Society Birmingham.
- Ackermann, F.; Cropper S. A.; Eden, C. (1992) Moving between groups and individuals using a DSS. *Revue Des Systemes de Decision*, v. 1, n. 1, p. 17-34.
- Ackoff, R. L., (1979) Resurrecting the Future of Operational Research, *Journal of Operational Research Society*, 30, 3 (pp. 189–199).
- Albrecht, A. J. and Gaffney, J. E. (1983) Software Function, Source Lines of codes, and Development Effort Prediction: A Software Science Validation. *IEEE Trans Software Eng.* SE-9, pp.639-648.
- Bailey, J. and Basili, V. (1981) A Meta-Model for Software Development Resource Expenditures. In: *Proc. 5th. Intern. Conf. Soft. Engr.*, IEEE Computer Society, pp 107-116.
- Bana e Costa, C. A, Vansnick, J. C., (1999) The MACBETH approach: Basic ideas, software and an application”, in N. Meskens and M. Roubens (Eds.), *Advances in Decision Analysis*, Kluwer Academic Publishers (pp. 131–157).
- Bana e Costa. C. A., (1992) Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Décision, Tese de Doutorado em Engenharia de Sistemas, Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa.
- Bana e Costa, C. A., (1993) Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Atores e Ações. *Palestra no Curso Ambiente: Fundamentalismos e Pragmatismos*, Arrábida, Agosto.
- Bana e Costa, C. A., (1994) Três Convicções Fundamentais na Prática do Apoio à Decisão, *Revista Pesquisa Operacional*, 13, 1, Junho.
- Bana e Costa, C.A e Vansnick, J.C., (1994) MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions, *International Transactions in Operational Research*, 1, 4, (489- 500).

- Bana e Costa, C.A e Vansnick, J.C., (1995) Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: MACBETH, *Investigação Operacional*, 15, (15-35).
- Bana e Costa, C. A., De Corte, J. M., Vansnick, J. C., (2003) Macbeth, LSE OR Working Paper 03.56, London School of Economics, London.
- Bana e Costa, C. A., De Corte, J. M., Vansnick, J. C., (2004) On the mathematical foundations of MACBETH. In J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: The State of the Art Surveys*, Springer, New York, NY (pp. 409–442).
- Behrens, C. A. (1983) Measuring Software Productivity of Computer System Development Activities with Point Functions. *IEEE Trans. Soft. Engr. SE-9*(6), pp. 648-652.
- Bell, D.E., Raiffa, H., Tversky, A., (1988) *Decision Making: Descriptive, Normative and Prescriptive Interactions*, Ed. Cambridge University Press.
- Belton, V., Ackermann, F., Shepherd, I., (1995) COPE-ing with VISA, XIIth International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Hagen, Junho.
- Binder, Fábio Vinícius. (1994) *Sistemas de apoio à decisão*. São Paulo: Érica.
- Boehm, B. (1981) *Software Engineering Economics*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Boehm, B. W. et al. (1996) The COCOMO 2.0 Software Cost Estimation Model. *American Programmer*, July, pp.2-17.
- Bouyssou, D., (1990) Building Criteria: A prerequisite for MCDA, in: Bana e Costa, C. A. (Ed.), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, Springer-Verlag, Berlin, (58-80).
- Bresnick, T. A., (2001) *NSA Decision Analysis Handbook*, Working Paper, Washington, DC.
- Brown, S. M. (1992) Cognitive mapping and repertory grids for qualitative survey research: some comparative observations. *Journal of Management Studies*, v. 29, n. 3, p. 287-308.
- Checkland, P.B., (1985) From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990s, *Journal of Operational Research Society*, 36, 9, (757-767).
- Chiang, R. and Mookerjee, S. (2004) Improving Software Team Productivity. *Communications of the ACM*. Volume 47 , Issue 5. Pages: 89 – 93.

- Chun, K. J., (1992) Analysis of Decision Conferencing: A UK/USA Comparison, Tese de Doutorado, London School of Economics and Political Science, University of London, London.
- Clincy, V. A. (2003) Software Development Productivity and Cycle Time Reduction. Journal of Computing Sciences in Colleges. Volume 19, Issue 2. Pages: 278-287.
- CMMI - Capability Maturity Model Integration (2008) <http://chrquibert.free.fr/cmmi/text/pa-dar.php>. Acessado em: 12/01/2008.
- COSMIC-FFP Measurement Manual Version 2.1 (2001) Software Eng. Management Research Laboratory, Univ. of Quebec, Montreal, www.lrgl.uqam.ca/cosmic-ffp.
- Cossette, P., Audet, M., (1992) Mapping of an idiosyncratic schema, Journal of Management Studies, 29, 3, (325-347).
- Cropper, S., Forte, P. (1997) Enhancing health services management. Open University Press.
- Decision Conferencing – Case Studies, (2008) Catalyze Ltd, Winchester, UK. Disponível em <http://www.catalyze.co.uk>. Acessado em: 20/01/2008.
- DeMarco, T. (1999) Peopleware: Productive Projects and Teams, 2nd Ed. Dorset House Publishing.
- Eden, C., Ackermann, F., (1998) Making Strategy: The Journey of Strategic Management, SAGE Publications, London.
- Eden, C., Jones, S. e Sims, D., (1983) Messing About in Problems - An Informal Structured Approach to their Identification and Management, Pergamon Press, Oxford.
- Eden, C.; Simpson, D. (1989) SODA and cognitive mapping in practice. In: Rosenhead, J. Rational analysis for a problematic world. London: Wiley, p. 43-70.
- Ensslin, S. R., (1997) A estruturação no processo decisório de problemas multicritérios complexos, Dissertação de Mestrado, EPS/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.
- Enterprise LSE (2008), Decision Conferencing. Disponível em: <http://www.lse.ac.uk/collections/decisionConferencing/>. Consulta realizada em 20/01/2008.
- Fenton, N. E. and Pfleeger, S. L. (1997) Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach, PWS Publishing Company.

- Fiol C.M. e Huff, A.S. (1992), "Maps for Managers: Where Are We ? Where do We Go From Here ?", *Journal of Management Studies*, 29, 3, (267-285).
- French, Simon. (1988) *An Introduction the Mathematics of Rationality*. Chichester: Ellis Horwood.
- Function Point Counting Practices Manual Release 4.0 (1994) Int'l Function Point Users Group, Westerville, Ohio.
- Gold, B., (1973) *Technology Productivity and Economic Analysis*", Case Werstern Reserve University, Ohio.
- Gomes, Luiz Flávio A. M., Gomes, Carlos Francisco S., Almeida, Adiel T., (2006) *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. 2^a ed. São Paulo, Editora Atlas.
- Goodwin, P., Wright, G., (1998) *Decision Analysis for Management Judgment*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Chichester.
- Halstead, M. H. (1977) *Elements of Software Science*, Elsevier, New York.
- Hoppen, Norberto. (1992) *Resolução de Problemas, tomada de decisão e sistemas de informação*. Caderno de Administração Geral - Programa de Eficácia Gerencial. PPGA. Setembro.
- Humphrey, W. (1987) *Characterizing the Software Process: A Maturity Framework*, Version 1.0. Technical report CMU/SEI-87-TR-11. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Jones, C. (1986) *Programming Productivity*, McGraw-Hill, New York.
- Jones, C. (1996) *Applied Software Measurement: Assuring Productivity and Quality*. 2 ed. McGraw-Hill.
- Keeney, R. L., (1992) *Value-Focused Thinking - A path to creative decision making*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Kirkwood, C. W., (1997) *Strategic Decision Making - Multiobjective Decision Analysis with spreadsheets*, Duxbury Press, Belmont, CA.
- Laturi-System Product Manual Version 2.0 (1996) Information Technology Development Center, Helsinki, Finland.
- Malczewski, Jacek. (1999) *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley.

- Maya, M. et al. (1998) Measuring the Functional Size of Real-Time Software. Proc. 1998 European Software Control and Metrics Conf., Shaker Publishing BV, Maastricht, The Netherlands, pp. 191–199.
- McCartt, A. T., Rohrbaugh, J. (1989) Evaluating Group Decision Support System Effectiveness: A Performance Study of Decision Conferencing”, Decision Support Systems, 5, 2 pp. 243–253.
- McCartt, A. T., Rohrbaugh, J., (1995) Managerial Openness to Change and the Introduction of GDSS: Explain Initial Success and Failure in Decision Conferencing, Organization Science, 6, 5 pp. 569–584.
- Mills, H. (1983) Software Productivity. Little, Brown & Co.
- NBR ISO/IEC 12207 - Tecnologia de Informação - Processos de Ciclo de Vida de Software (1998). Rio de Janeiro: ABNT.
- Neto, G. M., (1996) Mapas Cognitivos: Uma Ferramenta de Apoio à Estruturação de Critérios, Dissertação de Mestrado, EPS/UFSC, Florianópolis, SC.
- Ovalmap (2008) <http://www.ovalmap.com> . Acessado em 26/01/2008.
- Phillips, L. D. (1982) Requisite decision modelling: A case study, Journal of the Operational Research Society, 33, 4 (pp. 303–311).
- Phillips, L. D. (1984) A theory of requisite decision models, Acta Psychologica, 56, (pp. 29–48).
- Phillips, L. D. (2004) An Introduction to Decision Conferencing, Seminário Fronteiras de Engenharia e Gestão, CEG-IST, Tagus Park, Oeiras.
- PMBOK (2004) Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos – PMBOK, Terceira Edição.
- Pressman, R. S. (1995) Engenharia de Software. São Paulo: Makron Books. ISBN 85-346-0237-9.
- Reagan-Cirincione, P. (1994), Improving the accuracy of group judgment: A process intervention combining group facilitation, social judgment analysis, and information technology, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 58 (pp. 246–270).

- Rehesaar, H. (1998) Software Size: The Past and the Future. Proc. 1998 European Software Control and Metrics Conf., Shaker Publishing BV, Maastricht, The Netherlands, pp. 200–208.
- Rieg, D. L. (1999) Planejamento estratégico: uso das metodologias “mapeamento cognitivo” e “planejamento estratégico situacional” em uma situação concreta. Dissertação (Mestrado) – UFSCar, São Carlos.
- Romero, Carlos. (1996) Análises de las decisions multicriterio. Madri: Isdefe.
- Rosenhead, J. (1989) Rational Analysis for a Problematic World - Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict, John Wiley & Sons.
- Rosenhead, J., Mingers, J. (2001) Rational Analysis for a Problematic World Revisited: Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Chichester.
- Roy, B. (1985) Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision, Economica, Paris.
- Rus, I., Lindvall, M. (2002) Knowledge Management in Software Engineering, in IEEE Software, vol. 19, no. 3, May/June, pp. 26-38.
- Russo, J.E., Shoemaker, P.J.H. (1989) Decision Traps: The Ten Barriers to Brilliant Decision-Making & How to Overcome Them, Ed. Currency, 1st edition.
- Saaty, T.L. (1980) The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill.
- Scacchi, W. (1984) Managing Software Engineering Projects: A social Analysis. IEEE Trans. Soft. Engr., SE-10(1), pp. 49-59.
- Scacchi, W. (1995) Understanding Software Productivity. Appears in Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering, D. Hurley (ed.), Volume 4, pp. 37-70.
- Schein, E. H. (1999) Process Consultation Revisited: Building the Helping Relationship, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Schroeder, R. G., Anderson, J. C. and Scudder, G. D. (1986) White Collar Productivity Measurement, Management Decision 24, n.5, pp. 3-7.
- Shepperd, M. and Schofield, C. (1997) Estimating Software Project Effort Using Analogy. IEEE Trans. Soft. Eng. SE-23:12, pp. 736-743.
- Sidler, R. (2002) Software Productivity.

- Simon French, (1986) Decision Theory: An Introduction to the Mathematics of Rationality, Ed. Ellis Horwood.
- Smith, G.F. (1989) Managerial Problem Identification, Omega, 17, 1, (27-36).
- Sotille, Mauro. (2006) Gerenciamento de Projetos na Engenharia de Software. Disponível em [http://www.pmtech.com.br/artigos/Gerenciamento_Projetos_Software .pdf](http://www.pmtech.com.br/artigos/Gerenciamento_Projetos_Software.pdf).
- St-Pierre, D., Maya, M., Abran, A., Desharnais, J. and Bourque, P. (1997) Full Function Points: Counting Practice Manual, Technical Report 1997-04, University of Quebec at Montreal.
- Taylor, B. (2005) Organizational Culture is Important in Software Productivity. <http://www.workinginunison.com/papers/cultureandproductivity.pdf>.
- Thomaz, João Pedro da Cruz Fernandes (2000) Concepção de um modelo multicritério de apoio à decisão para a determinação da localização, a nível nacional, de centros de informação e recrutamento de voluntários para as forças armadas, Dissertação de Mestrado, Universidade Lusíada, Lisboa, Portugal.
- Thomaz, João Pedro da Cruz Fernandes (2005) O Apoio à Tomada de Decisão na Avaliação do Desempenho de Pessoas: Contributos para o Processo de Decisão Militar em Tempo de Paz, Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Valença, Antônio do Rêgo. (2007) Implantação de Processo de Estimativa de Esforço de Desenvolvimento de Software - Caso Prático. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- von Winterfeld, D., Eduards, W. (1986) Decision Analysis and Behavioral Research, Cambridge University Press, Cambridge.
- Webster's Online Dictionary. (2008) Disponível em <http://www.webster-dictionary.org/definition/priority>. Acessado em 20/01/2008.
- White, K. S. (1999) Software Engineering Management For Productivity And Quality. In: International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Trieste, Italy.

- Wright, B. E., Rohrbaugh, J. (1999) Evaluating the Strengths and Weaknesses of Group Decision-Making Processes: A Competing Values Approach”, *Group Facilitation*, 1, 1 (pp. 5–13).
- Zanella, I. J. (1996) *As Problemáticas Técnicas no Apoio à Decisão*, Dissertação de Mestrado, EPS/UFSC, Florianópolis, SC.
- Zeleny, Milan. (1994) Six concepts of optimality. TIMS/ORSA Joint Meeting, Boston, Apr.

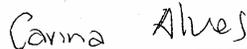
Dissertação de Mestrado apresentada por **José Adson Oliveira Guedes da Cunha** a Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título, “**Decisius: Um Processo de Apoio à Decisão e Sua Aplicação na Definição de um Índice de Produtividade para Projetos de Software**”, orientada pelo **Prof. Hermano Perrelli de Moura** e aprovada pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Prof. Hermano Perrelli de Moura
Centro de Informática / UFPE

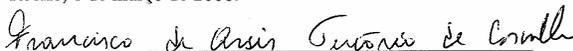


Profa. Ana Paula Cabral Seixas Costa
Departamento de Engenharia de Produção / UFPE



Profa. Carina Frota Alves
Pesquisadora Associada ao Centro de Informática / UFPE

Visto e permitida a impressão.
Recife, 6 de março de 2008.



Prof. FRANCISCO DE ASSIS TENÓRIO DE CARVALHO

Coordenador da Pós-Graduação em Ciência da Computação do
Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.