



MÉTODO DE SELEÇÃO DE PROJETOS PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS POR ENTIDADES FINANCIADORAS

Vera Lucia de Oliveira Almeida

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Francisco Antônio de Moraes Accioli
Dória

Rio de Janeiro
Setembro de 2013

MÉTODO DE SELEÇÃO DE PROJETOS PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS POR
ENTIDADES FINANCIADORAS

Vera Lucia de Oliveira Almeida

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Francisco Antonio de Moraes Accioli Doria, D.Sc.

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Ricardo Silva Kubrusly, Ph.D

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2013

Almeida, Vera Lucia de Oliveira

Método de Seleção de projetos para Alocação de Recursos por Entidades Financeira / Vera Lucia de Oliveira Almeida. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

VI, 82 p. 29,7 cm.

Orientador: Francisco Antonio de Moraes Accioli Dória

Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 78 - 82.

1. Seleção de Projetos. 2. AHP. 3. Lógica Fuzzy. I. Dória, Francisco Antonio de Moraes Accioli. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

MÉTODO DE SELEÇÃO DE PROJETOS PARA ALOCAÇÃO DE RECURSOS POR INSTITUIÇÕES FINANCIADORAS

Vera Lucia de Oliveira Almeida

Setembro/ 2013

Orientador: Francisco Antônio de Moraes Accioli Dória

Programa: Engenharia de Produção

O objetivo principal desse trabalho é propor uma sistemática de apoio à seleção de projetos por parte de instituições financiadoras, utilizando de métodos científicos reconhecidos utilizados em processos decisórios. Utilizamos como instrumentos, a metodologia multicritério de apoio à tomada de decisão e a análise hierárquica de processos – AHP, combinada com a abordagem do método Fuzzy.

Propõe-se ainda, o desenvolvimento de uma metodologia que se baseia na seleção de diversos critérios diante de diferentes perspectivas e interesses, considerando-se a subjetividade na preferência dos decisores e a estruturação de um modelo que possibilite o estudo mais sistemático dos critérios utilizados na seleção de projetos que são submetidos à avaliação com vistas à obtenção de recursos financeiros.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

PROJECT SELECTION METHOD TO FINANCIALS RESOURCES
ALLOCATION BY ENTITIES FUNDERS

Vera Lucia de Oliveira Almeida

September/2013

Advisor: Francisco Antônio de Moraes Accioli Dória

Department: Production Engineering

This work has as major goal propose a systematization to support the project selection process by entities funders, using scientific methods recognized commonly used in decision-making process. We used as instrument the multicriterial methodology to support decision making and the analitical hierarchy process – AHP, combined with the fuzzy methodology approach.

It is also proposed, to develop a methodology based on the several selection criteria in the face of various perspectives and interests, considering the subjectivity in the preference of decision makers and the structuring of a model that allows the study more systematic the criteria used in the project selection submitted for funding.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	01
1.2	OBJETIVOS.....	02
1.3	JUSTIFICATIVA.....	03
1.4	ESTRUTURA.....	04

CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

2.1	A TOMADA DE DECISÃO.....	05
2.2	O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO.....	08
2.2.1	Principais Fases do Processo de Apoio à Decisão.....	10
2.3	FASE DE ESTRUTURAÇÃO DO MODELO.....	11
2.4	DESENVOLVIMENTO DA FASE DE AVALIAÇÃO.....	17

CAPÍTULO 3 - MÉTODOS DE APOIO TOMADA DE DECISÃO

3.1	MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO.....	19
3.2	MÉTODO AHP.....	21
3.3	MÉTODO FUZZY.....	30

CAPÍTULO 4: FINANCIAMENTO DE PROJETOS

4.1	O PROJETO.....	42
4.2	FINANCIAMENTO.....	45

CAPÍTULO 5: APLICAÇÃO DO MÉTODO

5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	51
5.2	ESTRUTURAÇÃO DO MODELO.....	52

CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....

	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
--	---------------------------------	----

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O cenário para o setor produtivo nacional apresenta por um lado uma enorme quantidade de empresas com necessidade e potencial de criar e/ou aprimorar produtos ou serviços, mas que não dispõe de capacidade financeira para manter o processo de desenvolvimento. Essa fase, na qual não há a geração de receita, consome um montante de recursos que o caixa normal da empresa não é capaz de suportar. Resta a essas empresas amargar a perda de competitividade, o endividamento através de um empréstimo convencional com uma instituição financeira ou colocar essa necessidade de tal forma que possibilite um aporte de recursos por meio de instituições que investem em empresas potencialmente capazes de gerar retornos.

Do outro lado encontram-se instituições públicas e privadas que tem como objetivo a concessão de capital financeiro a empresas que apresentarem a capacitação requerida. Essas instituições possuem uma série de demandas as quais precisam atender, no entanto estão sujeitas a restrições financeiras. Para atender-las cada tipo de instituição estabelece seu conjunto de regras e critérios que precisa ser obedecido para a concessão desses recursos de modo a maximizar a satisfação de ambas as partes.

Definições básicas

Para melhor entendimento, faz-se necessário inicialmente definir alguns conceitos que são usualmente utilizados e que serão referenciados ao logo desse trabalho:

À princípio, descreveremos dois principais macro-grupos que interagem nesse processo: Financiadores e proponentes

Proponentes: são empresas e instituições com fins lucrativos ou mesmo empreendedores e inventores individuais que pretendem desenvolver produtos ou processos destinados ao mercado que, entretanto, carecem de recursos próprios para tal.

Financiadores: são empresas e entidades públicas e privadas que dispõe de recursos financeiros e tem interesse, ou por objetivo, o investimento em projetos que obedeçam a determinados critérios específicos para cada um desses agentes.

Os financiadores por outro lado podem ser ainda divididos em dois grandes grupos: Público e Privado

Como exemplos de algumas dessas instituições temos: FINEP, Agências de Fomento e BNDES.

Do lado das instituições privadas temos como financiadores para esse tipo de investimento em destaque o capital de risco ou Venture Capital.

Projeto: “Projeto é o conjunto de informações internas e externas à empresa, coletados e processados com o objetivo de analisar-se uma decisão de investimento” (S. Woiler e W. Mathias, 1996)

1.2 – OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é propor uma sistemática de apoio à seleção de projetos por parte de instituições financiadoras, utilizando de métodos científicos reconhecidos utilizados em processos decisórios. Utilizamos como instrumentos, a metodologia multicritério de apoio à tomada de decisão e a análise hierárquica de processos – AHP combinada com a abordagem do método Fuzzy.

Propõe-se ainda, o desenvolvimento de uma metodologia que se baseia na seleção de diversos critérios diante de diferentes perspectivas e interesses, considerando-se a subjetividade na preferência dos decisores.

O trabalho propõe ainda estruturar um modelo que possibilite o estudo mais sistemático dos critérios utilizados na seleção de projetos que são submetidos à avaliação com vistas à obtenção de recursos financeiros.

Pretende, ainda, mostrar o cenário de concessão de financiamento a empresas no Brasil, para empresas em geral, e para as empresas da área de tecnologia da informação em particular, para as quais se voltou o foco do estudo.

Levantar o panorama que envolve a obtenção de financiamento de projetos para as empresas e os estímulos que existem para aquelas que possuem potencial inovador, entendendo um pouco mais da problemática que envolve a questão.

E, por fim, propor uma sistemática que possibilite as partes envolvidas a melhor adequação de seus esforços com vistas a atingir suas metas.

1.3 - JUSTIFICATIVA

No ambiente competitivo enfrentado pelas empresas com a globalização da economia há a necessidade praticamente diária de se rever processo, produtos, estratégias e métodos utilizados para que se mantenha competitiva e assim possa sobreviver. As empresas dispõem muitas vezes de um enorme potencial para desenvolver novos produtos e/ou processos ou reinventar o já existentes. Em termos tecnológicos e com a fácil disseminação do conhecimento está a disposição de todos a absorção do know how e da tecnologia capaz de embasar novas ideias. O potencial humano das empresas diariamente é capaz de produzir ideias e equipes multidisciplinares transformam essas ideias em oportunidades de mercado.

Esse estudo foi motivado pela visualização, quando do trabalho junto a algumas empresas proponentes, de que existe uma certa escassez metodológica por parte de algumas instituições financiadoras. Por outro lado, falta nas empresas a compreensão e visualização de um método capaz de auxiliá-las a enquadrar melhor seus projetos.

Dessa forma, uma série de oportunidades tem sido perdidas e grandes ideias *engavetadas* por falta de recursos financeiros e pela incapacidade dessas empresas de colocarem suas ideias de forma a atender as exigências dos selecionadores. É possível perceber que essa incapacidade está mais ligada a inaptidão em expor e enquadrar a ideia de forma que o tomador de decisão consiga pontuar positivamente dentro dos seus critérios e também ao entendimento muitas vezes errôneos desses critérios.

Fica evidenciado que uma forma mais *científica* de análise desses projetos pode levar a um menor índice de perdas de bons projetos e uma melhoria no quadro competitivo das empresas com o maior aproveitamento de seu potencial criativo.

1.4 - ESTRUTURA

O trabalho é estruturado em seis capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução onde é apresentado em linhas gerais o cenário das empresas que buscam financiamentos para seus projetos e algumas definições de elementos básicos desse cenário. Em seguida são apresentados os objetivos e justificativas e, por último, é apresentado um roteiro com as etapas do trabalho.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico que embasa o trabalho expondo as etapas do processo decisório.

O capítulo 3 apresenta algumas metodologias de apoio a tomada de decisão e, principalmente, aquela que embasa o presente estudo.

O capítulo 4 apresenta um levantamento do panorama de financiamento de projetos no Brasil e sua problemática no foco do trabalho.

O capítulo 5 apresenta o desenvolvimento da metodologia utilizada, a estruturação do modelo e seu desenvolvimento.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões extraídas a partir do método utilizado.

Por fim são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas que deram o embasamento teórico ao trabalho.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - A TOMADA DE DECISÃO

Diariamente somos levados a fazer escolhas que afetam nossas vidas desde as mais simples até as mais complexas. A decisão entre as diversas alternativas que nos são colocadas muitas vezes não é um processo simples e é influenciado diretamente por fatores tão subjetivos que somos por vezes levados a escolhas que nos impactam negativamente simplesmente por não termos sido capazes de ter uma visão mais ampla da questão que nos permitisse uma avaliação mais acertada.

De fato, todas as decisões envolvem um certo grau de incerteza e a seleção entre diversas opções que são possíveis, deve buscar sempre minimizar os riscos e os impactos negativos que poderão advir dessa escolha. Dessa forma, é essencial para os

tomadores de decisão estar alinhados aos objetivos definidos pela Instituição e sua política de atuação.

O aperfeiçoamento do processo de tomada de decisão tem sido amplamente estudado por pesquisadores e podemos encontrar na literatura diversas citações de como conduzir esse trabalho utilizando-se de processos estruturados e racionais (March, 1988; Thaler, 2000).

A utilização de processos estruturados objetiva auxiliar o decisor a pensar de forma sistemática sobre problemas complexos para melhorar a qualidade da decisão (Clemen, 1996). A teoria da análise da decisão pode ser dividida em duas vertentes: a descritiva e a prescritiva (Bazerman, 2004)

A abordagem descritiva busca descrever como as decisões são de fato tomadas e leva em consideração as questões pessoais e as armadilhas psicológicas do raciocínio, as chamadas “armadilhas cognitivas”. Essas compõem os elementos que tendem a nos desviar do caminho que levaria a uma tomada de decisão lógica e objetiva e, provavelmente, mais acertada. Nessa abordagem são levadas em consideração as limitações e restrições do tomador de decisão que pode ser levado por suas preferências pessoais ou experiências as quais podem direcionar para uma decisão tendenciosa ou que conduz a uma opção específica, afastando da opção ótima.

Na abordagem prescritiva da teoria da decisão é onde são desenvolvidos os modelos e arcabouços científicos, que visam apoiar o tomador de decisão no processo decisório. Essa abordagem se baseia no princípio de que o decisor é guiado pela racionalidade em suas escolhas, mesmo estando ele submetido a influências diversas e interferências que são alheias a questão.

De uma forma simplificada, segundo Bell, Raiffa e Tversky (1988), os modelos descritivos abordam o processo decisório como ele é, e os modelos prescritivos abordam o processo decisório da forma que ele deveria ser.

Fica evidenciado que a abordagem descritiva demonstra a necessidade de um processo estruturado de tomada de decisão que sirva de suporte a tomadas de decisões difíceis e que seja capaz de incorporar o julgamento subjetivo, auxiliando na

organização de todos os elementos envolvidos, de forma a permitir uma visão ampla da questão em análise.

Em se tratando de projetos, independente do ramo, todos visam obter vantagens com sua aplicação, sejam elas ambientais, culturais, políticas, sociais, econômicas ou financeiras. Sendo assim, para que uma decisão sólida seja tomada, procuram-se prever os seus resultados, identificando suas vantagens, desvantagens e limitações para uma futura avaliação. Deste modo, é necessário descrever todas as características que afetam o problema em questão, o meio em que será desenvolvido e as atividades concernentes a ele, visando alcançar os objetivos pré-determinados.

Sendo assim, pode-se constatar, que em processos decisórios estão envolvidos um grande número de variáveis de naturezas distintas, bem como múltiplos objetivos, o que vem a explicar o termo métodos multicritérios. Conforme Zeleny (1982) o processo de suporte a decisão multicritério pode ser classificado como um conjunto de métodos, os quais possibilitam ao usuário agregar os diversos critérios utilizados na avaliação de maneira a possibilitar a escolha entre uma ou diversas opções.

A abordagem multicritério, que pressupõe a introdução de diversos critérios na análise da questão, com cada critério representando uma visão particular do problema analisado, mostra-se como uma melhor opção para que se possa realizar uma tomada de decisão consistente, ao enfrentar problemas mal definidos e multidimensionais do que, por exemplo, a otimização de uma função objetivo unidimensional. Contrastando com as abordagens clássicas da Pesquisa Operacional, a estrutura de apoio à decisão multicritério facilita a aprendizagem sobre o problema e sobre os cursos de ação alternativas, por permitir que as pessoas possam refletir sobre valores e preferências segundo diversos pontos de vista (Bana e Costa, Stewart e Vansnick, 1995).

De fato, a maioria das situações de decisão apresentam vários objetivos, daí a grande relevância da chamada Tomada de Decisão Multicritério. Esses objetivos precisam ser ponderados e, muitas vezes, se mostram conflituosos entre si, o que pode representar um dilema para o avaliador. Esses conflitos residem na própria natureza do problema de forma que, o aumento na performance de um dos objetivos pode representar o decréscimo na performance de outro. Dessa forma a tomada de decisão poder ser definida como um esforço para se resolver o dilema dos conflitos, os quais

prejudicam de uma "solução ótima" conduzindo a busca da "solução mais satisfatória". Daí a grande importância dos métodos multicritérios como instrumento de apoio à tomada de decisões (Bana e Costa; 1992, 1995a).

Se considerarmos um problema em que exista um único critério e várias alternativas de soluções, este único critério irá diferenciar as alternativas de solução. Nesse caso, é fácil se obter uma classificação e assim determinar a solução ótima. Já no caso em que existam vários critérios a considerar, a solução ótima não tem muito sentido. O que existe, de fato, são soluções mais adequadas, ou seja, soluções de melhor compromisso.

A tomada de decisão pode ser definida, de forma simples, como um esforço para resolver o dilema dos objetivos conflituosos, cuja presença impede a existência da "solução ótima" e conduz à procura da "solução de melhor compromisso" (Zeleny apud Bana e Costa, 1995).

É importante ressaltar o termo *Apoio à Tomada de decisão*, pois segundo Zeleny (1982), a tarefa de escolher cabe a figura do chamado decisor, o qual possui responsabilidades e poderes para tal, ou seja, ninguém pode decidir por ele. Entretanto, o decisor pode ser auxiliado pela figura do facilitador, que pode ser um analista, consultor, etc., o qual se utiliza de um conjunto de instrumentos e ferramentas, entre os quais encontram-se os métodos multicritérios, que apoiam o decisor ao longo da seleção. Porém, a responsabilidade final pela decisão será sempre do decisor.

Para estruturarmos o problema e obter uma solução satisfatória para questões multicritério recorreremos a modelos, os quais representam a realidade de uma forma esquemática e incompleta, porém apresenta uma enorme importância. Os modelos são esquemas abstratos e, para que sejam úteis, devem ter a capacidade de expor os aspectos relevantes que são utilizados na análise na análise. A fase de estruturação, que será exposta na seção seguinte explicita a importância do modelo.

2.2 - O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO

Segundo Bana e Costa (1992) o apoio à decisão compreende a atividade daquele que, servindo-se de modelos claramente explicitados e mais ou menos formalizados, procura obter elementos de resposta às questões que se colocam a um interveniente num processo de decisão, elementos esses que tem a função de esclarecer a decisão e, normalmente, recomendar, ou simplesmente favorecer um comportamento que venha a aumentar a coerência entre a evolução do processo por um lado, os objetivos e o sistema de valores desse interveniente por outro lado.

Ainda, segundo Bana e Costa (1992), um processo de apoio à decisão é um sistema aberto, de que são componentes seus valores e objetivos dos atores e as ações e suas características. Estão então, incluídos neste processo dois subsistemas: o dos atores e o subsistema das ações.

Costuma-se referir-se a dois subsistemas ao longo do processo de decisão, os quais interagem entre si: o objetivo e o subjetivo. O subsistema dos atores, ou seja, as pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão através de seus objetivos e sistema de valores, tem uma natureza subjetiva, enquanto que o subsistema das ações, cujas características ativas intervêm na formação de juízo de valor dos intervenientes, tem uma natureza de base concreta, isto é, objetiva.

É possível encontrar diversos tipos de atores com diferentes graus de ingerência no processo de decisão. Os decisores e os facilitadores são aqueles que agem diretamente sobre o processo. O decisor pode ser definido como aquele ator munido de poder institucional para ratificar uma decisão (Mintzberg apud Bana e Costa, 1993). Não é necessário que ele participe do processo, sendo muitas vezes difícil identificá-lo, principalmente quando este aparece como uma entidade pública.

O facilitador, que pode ser um analista, consultor ou *l'homme d'etude*, segundo Roy (1985), apesar de ser interveniente, é um ator particular e seu grau de ingerência no processo de decisão é variável, mas nunca neutro face à forma como o processo evolui (Bana e Costa, 1993). A figura do facilitador não está necessariamente ligada ao processo através de seus sistemas de valores, embora esteja participando da decisão a ser tomada. O facilitador desempenha uma atividade acessória de auxílio ao processo

decisório e interage com os demais atores do processo, influenciando na decisão e escolha das alternativas, algumas vezes de forma bastante determinante.

As ações, segundo Roy (1985), representam uma eventual contribuição para a decisão global, susceptível, face ao estado de avanço do processo de decisão, de ser tomada de forma autônoma e de servir de ponto de aplicação à atividade de apoio à decisão.

O facilitador deve ter claro o conceito de ação potencial. Nessa, o facilitador procura identificar e construir um conjunto de ações realistas, mas não necessariamente reais, subentendendo-se como um conjunto de ações potencialmente factíveis. A ação potencial, segundo Roy, é uma ação real ou fictícia provisoriamente julgada realista por um ou vários atores ou assumida como tal pelo facilitador, tendo em vista fazer evoluir o processo de apoio à decisão (Roy, 1985).

As ações reais são aquelas oriundas de um projeto completamente elaborado e susceptível de ser implantado, às quais se opõem as ações fictícias. A denominação fictícia, denota o fato de que este tipo de ação corresponde a um projeto idealizado, incompleto ou construído na imaginação (Roy, 1985).

Será da interação entre estes dois subsistemas, dos atores e das ações, que emergirá, pouco a pouco, uma nuvem de elementos primários de avaliação (Bana e Costa, 1993). E então, a partir dessa nuvem, que serão compostos os elementos que serão considerados importantes para a análise. Esses elementos se estabelecerão a partir das características das ações e dos objetivos dos atores e irão constituir os chamados pontos de vista, que serão melhor abordados na seção 2.3.

Em linhas gerais, um ponto de vista representa todo aspecto da realidade decisória percebido como importante para a construção de um modelo de avaliação de ações existentes ou a criar. Um tal aspecto, que decorre do sistema de valores e/ou estratégia de intervenção de um ator no processo de decisão, agrupa elementos primários que interferem de forma indissociável na formação das preferências deste ator (Bana e Costa, 1993).

2.2.1. - Principais Fases do Processo de Apoio à Decisão

Nos processos de apoio à decisão duas grandes fases podem ser identificadas: a fase de estruturação e a fase de avaliação.

A fase de estruturação é a fase de entendimento do problema na qual se busca identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes no processo de apoio à decisão. Esta fase vem, recentemente, recebendo crescente atenção e sendo apontada, por diversos estudiosos, como a fase mais importante do processo de apoio à decisão. Esta fase trata da formulação do problema e da identificação dos objetivos do processo.

O termo estruturação de problemas é então definido como “o processo pelo qual um conjunto de condições, inicialmente identificado, é interpretado e apresentado como um conjunto de problemas, questões e restrições suficientemente bem definidos, de forma a permitir uma ação específica” (Woolley e Pidd, 1981).

De acordo com Bana e Costa (1993), o trabalho de estruturação visa a construção de um modelo formal, capaz de ser aceito pelos intervenientes como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação. A estruturação de um problema de decisão pode decisivamente contribuir para uma tomada de decisão consistente, fornecendo aos elementos intervenientes uma linguagem comum que auxilia no debate e na aprendizagem e ainda oferecendo a esses elementos informações claras sobre os fatores primários a serem considerados na avaliação.

Pode-se então dizer que a fase de estruturação possui uma importância crucial no processo de apoio à decisão e deve ser conduzida com toda precaução para que possibilite a criação de um modelo de avaliação com alto grau de aderência ao problema em questão.

Já a fase de avaliação, consiste em "esclarecer a escolha, recorrendo à aplicação de métodos multicritérios para apoiar a modelagem das preferências dos atores e a sua agregação." (Bana e Costa, 1995). Ou seja, o desafio é dar condições ao decisor para fazer uma escolha entre ações que tenham consequências mensuráveis, segundo os diversos pontos de vista. As consequências de uma ação são expressas

segundo uma lista de níveis de impacto sobre os descritores (o perfil de impacto), correspondentes aos diversos pontos de vista.

Pode-se dizer que esta fase está dividida numa fase de avaliação parcial das ações, segundo cada ponto de vista e outra, que consiste na agregação das várias avaliações parciais, denominada avaliação global. A forma como se trabalha com as preferências dos atores para avaliar as várias ações potenciais caracterizam as diferentes abordagens operacionais.

2.3 - FASE DE ESTRUTURAÇÃO DO MODELO

É na fase de estruturação que se dá o entendimento do problema. Faz-se necessário analisar o ambiente no qual o problema está inserido, bem como identificar as possíveis situações passíveis de decisão através da busca detalhada e concisa de informações, para que a decisão seja tomada de maneira segura e precisa. Portanto, é necessário saber qual o contexto de decisão, onde se pretende uma descrição exaustiva.

A estruturação do modelo irá construir gradualmente, entre avanços e recuos, uma base para a avaliação do problema em questão e, em paralelo, favorecerá a formação de uma linguagem comum de comunicação entre os intervenientes.

As etapas em que ocorre a atividade de estruturação do modelo podem ser divididas da seguinte forma:

- **Diagnóstico da problemática envolvida e definição do tipo de ação potencial que deve ser considerada.**

Trata-se de um processo sequencial de identificação das percepções do decisor a respeito do contexto decisional. O problema a ser analisado no processo de tomada de decisão deve estar claro na mente dos atores envolvidos, mas a correta especificação de um problema não é uma tarefa simples. Identificar o problema, significa perceber e reconhecer a sua existência e posteriormente declará-lo da maneira mais clara e precisa de tal forma que não suscite dúvidas quanto à sua existência (Enslin,1995).

A visibilidade da identificação do problema é garantida através de uma conceituação detalhada, isto é, a determinação do escopo do problema e as variáveis que ele envolve. É muito importante, também, saber delimitar a área de atuação do problema, de forma a evitar que ele se torne complexo demais e assim permanecendo sem solução.

A definição clara da problemática envolvida, bem como sua delimitação, permite que se identifique o tipo de ação potencial que deve ser levado em consideração no processo de tomada de decisão.

- **Estruturação de uma árvore de pontos de vista**

Um ponto de vista (PV) reúne os objetivos e as características que assumem a função de elementos primários de avaliação. Portanto, um ponto de vista representa todo o aspecto da realidade decisional que os atores entendem como importante para a construção de um modelo de avaliação das ações existentes ou que virão a ser criadas. A estruturação da árvore é um processo de tradução dos valores dos atores em pontos de vista (Bana e Costa, 1992). O processo de identificação e estruturação dos pontos de vista é conduzido pelo facilitador através de um "*brainstorming*" com os atores do processo. Cada interveniente expõe suas ideias e, através de um processo interativo, os pontos de vista vão sendo levantados.

Não existe uma fórmula pré-definida para a identificação dos pontos de vistas. Eles são formados com base em informações subjetivas e pela experiência dos decisores, isto é, resumem-se no conhecimento adquirido daqueles com relação ao problema. A noção de ponto de vista fundamental poder ser relacionado com aquilo que se conhece comumente como critério. Porém, para Bana e Costa (1992), a denominação critério possui um significado mais ligado a um modelo de preferências sobre o conjunto de ações potenciais.

Os pontos de vista podem ser classificados em fundamentais e elementares:

Ponto de vista fundamental (PVF):

Para que um ponto de vista seja considerado fundamental é necessário que exista uma vontade consensual entre os intervenientes no processo de decisão de submeter as ações a uma avaliação, ou seja, os atores intervenientes devem sentir que o

valor representado por este ponto de vista é importante e que as ações devem ser avaliadas em relação a este valor isoladamente. Um ponto de vista fundamental deve refletir um valor fundamental e no desenrolar do processo de estruturação ele deve confirmar a validade da hipótese de interdependência que os atores afirmam existir.

Ponto de vista elementar (PVE):

Os pontos de vista considerados elementares são aqueles que servem de meio para se alcançar os pontos de vista fundamentais. Muitas vezes um PVF é um conjunto de PVE's, isto é, um fim comum para o qual contribuem vários valores elementares.

O processo de identificação e estruturação progressiva dos pontos de vista, através dos elementos primários, pode ser apoiado por diversas metodologias, como a construção de mapas cognitivos, por exemplo. Através de mapas cognitivos é gerada uma grande quantidade de informações sobre o problema, fazendo com que haja um aumento do conhecimento dos decisores em relação à situação.

Esta característica dos mapas cognitivos pode ser muito útil na construção da árvore de pontos de vista, uma vez que, a partir do mapa, é possível determinar quais são os objetivos dos atores e as características das ações que os decisores julgam importantes e que devem fazer parte do modo de avaliação das ações. No entanto, a passagem do mapa para a árvore não é conhecida na literatura como um processo científico, sendo dependente da técnica do facilitador (Corrêa, 1996). Porém, para que seja possível fazer uso de um modelo multicritério de avaliação através de uma função de agregação aditiva, o processo de estruturação do problema deve evoluir para a construção de uma árvore de pontos de vista. A árvore de pontos de vista é uma representação arborescente dos pontos de vista.

Através de uma árvore de pontos de vista é possível uma melhor visualização da situação decisional, uma percepção das convicções, bem como permite o estabelecimento de uma solução única para todos os atores envolvidos. Nesta estrutura arborescente, estão evidenciados, o ponto de vista global, os pontos de vista fundamentais e os pontos de vista elementares. Os pontos de vista fundamentais podem situar-se em qualquer nó da árvore.

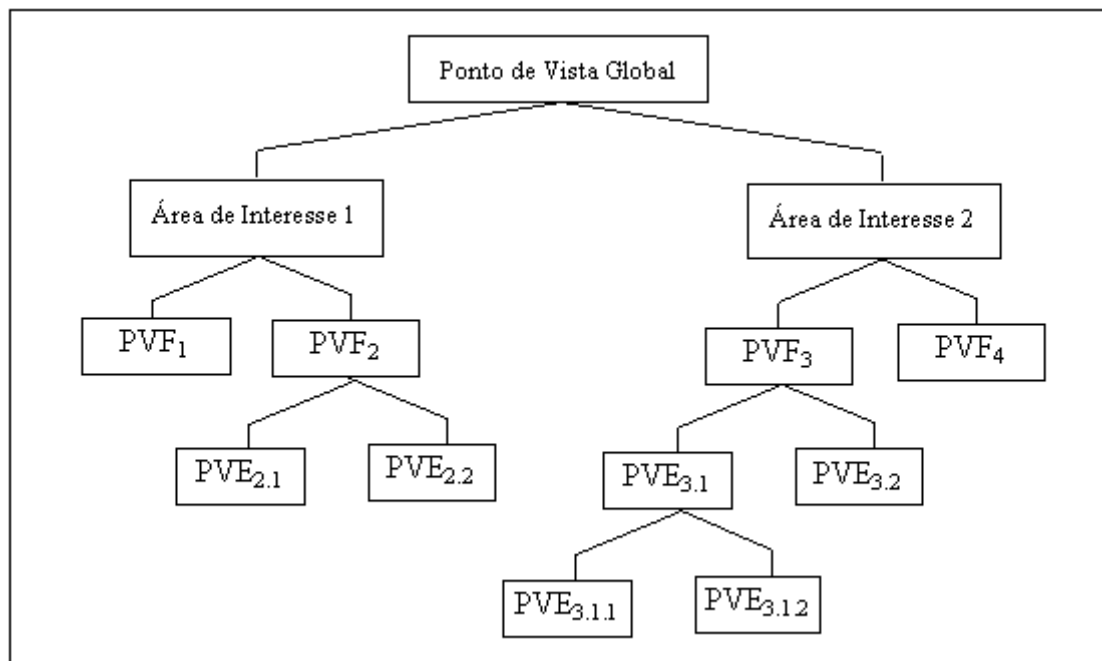


Figura 1 – Estrutura arborescente básica (Fonte: Bana e Costa, 1995)

Na figura 1 encontra-se representada uma estrutura hierárquica esquematizada por uma árvore de pontos de vista, a qual é constituída por cinco níveis, cada um demonstrando uma família de pontos de vistas. No primeiro nível encontra-se o objetivo geral do processo decisório, representado como objetivo geral. Nos níveis abaixo encontram-se representados os pontos de vistas fundamentais. Os níveis mais baixos estão representando pontos de vistas elementares (PVEs) que são os elementos básicos a serem considerados como meio de se atingir o ponto de vista imediatamente superior.

De acordo com a complexidade do problema, o detalhamento da árvore pode incluir o agrupamento de pontos de vista mais elementares ($PVE_{3,1}$ e $PVE_{3,2}$) de forma a compor outros pontos de vistas elementares (PVE_3), como pode ser visto na figura 1. Em determinadas situações, os pontos de vista formados pelo agrupamento de dois ou mais PVEs já alcançam o status de pontos de vista fundamentais, como é o caso do PVF_2 . Entretanto, em outras situações, passa-se a ter pontos de vista hierarquicamente superior aos anteriores, mas que ainda não são considerados fundamentais, como é o caso do $PVE_{3,1}$.

Bana e Costa (1992) destaca ainda um outro conceito ligado à formalização dos pontos de vista que são as chamadas áreas de interesse, ou áreas de preocupação. As

áreas de interesse ou preocupação são obtidas através do agrupamento de pontos de vistas, normalmente fundamentais, de acordo com elementos comuns de interesse, que vão formar o objetivo global do processo decisório.

É importante destacar que, para que um candidato a ponto de vista fundamental seja efetivamente considerado como um PVF, deve atender a uma série de propriedades (Bana e Costa; 1992, 1995) elencadas a seguir:

Inteligibilidade: um PVF deve ser adequado tanto como ferramenta que permita a modelagem da preferência dos decisores, quanto como base de comunicação, argumentação e confrontação de valores e convicções entre eles;

Consensualidade: um PVF deve ser aceito por todos os decisores como suficientemente importante para influenciar a decisão para ser levado em consideração no modelo;

Operacionalidade: o PVF deve permitir tanto a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de impacto de tal PVF, quanto possibilitar a construção de um indicador de impacto;

Isolabilidade: um PVF é isolável se é possível avaliá-lo considerando todos os demais PVF's como constantes.

O conjunto de pontos de vista considerados como fundamentais e que respeitam as propriedades acima formam uma família de pontos de vista fundamentais. Tal família será mantida com uma estrutura final que servirá de base para a modelagem de preferências sobre um conjunto de ações potenciais permitindo, assim, um mínimo de coerência nos julgamentos de valor local.

É necessário, para que o conjunto de pontos de vista fundamentais seja considerado como uma família de PVFs, que sejam obedecidos dois conjuntos de propriedades (Bana e Costa, 1992), as propriedades de base e as propriedades lógicas.

As propriedades de base da família de PVFs são as seguintes:

Consensualidade: da mesma forma que para os PVFs, a família de PVF's deve ser tal que seja aceita por todos os decisores;

Inteligibilidade: assim como para os PVF's , a família de PVF's deve ser clara o suficiente aos atores envolvidos no processo de decisão para que possa ser utilizado como base para o modelo.

Concisão: o número de pontos de vista não deve ser muito grande, pois o ser humano tem uma capacidade cognitiva limitada porém não deve ser tão pequeno de modo a deixar de fora aspectos importantes para a avaliação para que não prejudique a compreensão. Logo, as dimensões devem se manter tão pequenas quanto possível.

As propriedades de lógica da família de PVFs são as seguintes:

Exaustividade: deve cobrir todos os aspectos importantes do problema. Uma família de pontos de vista fundamentais é exaustiva quando todos os elementos primários de avaliação, julgados importantes ao processo de tomada de decisão, forem considerados na construção do modelo.

Não-redundância ou minimalidade: os pontos de vista fundamentais não podem apresentar dependência entre si de forma a não permitir que os impactos sejam duplamente avaliados;

Coesão e monotonicidade: uma família de pontos de vista fundamentais 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. Portanto em um modelo multicritério, não tem sentido uma determinada ação a ser melhor que a ação b em todos os PVF's (pontuação local) e globalmente a ter uma pontuação menor que b .

Para Bana e Costa (1992), a construção de uma árvore de pontos de vista torna possível a utilização de um modelo multicritério para a avaliação das ações, além de melhorar a comunicação entre os atores e tornar compreensível o que está em causa na situação decisional em questão.

- **Definição e construção de descritores para elaboração de um modelo de impacto para cada ponto de vista fundamental.**

Para que um PVF possa ter, efetivamente, uma função operacional, ele deve ser bem identificado sobre sua significação e bem entendido pelos intervenientes (Bana e Costa, 1993). A operacionalização tem como objetivo descrever o impacto das ações potenciais sobre cada ponto de vista fundamental. Para tal finalidade é necessária à criação de descritores e indicadores de impacto.

Assim sendo, um PVF é tornado operacional por meio de um descritor associado a ele, aqui denotado como N_j . Os descritores podem ser definidos como um conjunto de níveis de impacto que servem como base para descrever impactos plausíveis das ações potenciais em termos de cada PVF (Bana e Costa, 1995).

Dessa forma, cada PVFi está associado a um conjunto de níveis de impacto bem definidos que constituem uma escala de preferência local, ou seja, que este conjunto seja dotado de uma estrutura de pré-ordenamento completa tal que $N_j > N_k, \forall K > j$ estabelecendo assim uma ordem dos níveis de impacto classificados por sua atratividade (Bana e Costa, 1995).

2.4 - DESENVOLVIMENTO DA FASE DE AVALIAÇÃO

Não é possível definir uma fronteira exata entre a fase de estruturação e a de avaliação, o que caracteriza a existência de uma fase de transição onde encontramos alguns elementos que ainda fazem parte da estruturação do problema e outros que já podem ser considerados como parte do processo de avaliação das ações. Essa questão é abordada na literatura de forma pouco precisa e até mesmo polêmica. A abordagem de Bana e Costa (1992) pressupõe que a fase de avaliação inicia com a construção das escalas de valores cardinais, pois são necessários julgamentos de valor por parte dos decisores para a construção destas escalas.

Nesse caso, para Bana e Costa (1992), esta fase de transição entre a estruturação e a avaliação consiste das seguintes etapas elencadas a seguir:

- construção para cada de ponto de vista fundamental de um modelo de preferências locais sobre um conjunto de ações potenciais;
- agregação dos julgamentos de preferências locais em um modelo de avaliação global, utilizando-se para tal, de um conjunto adicional de informações de natureza inter-PVF.

Sendo assim, tendo sido obtidos os descritores de impacto referentes a cada ponto de vista, tornando possível a avaliação das ações, é necessário em seguida que seja construída uma escala cardinal ou uma escala de intervalos que represente numericamente cada nível de impacto das alternativas nos pontos de vista fundamentais, quantificando a 18deia de valor das ações.

Na literatura (Weber e Borcheding, 1993) encontramos diversos métodos para se obter estas escalas, sendo que as mais utilizadas são as técnicas de “bisseção” e as de “pontuação direta”. Entretanto, em todos estes métodos de avaliação o processo exploratório apresenta sérios problemas na sua operacionalidade. Uma delas é a obrigação de o avaliador responder questões muito difíceis nas quais encontram-se envolvidas decisões comparativas entre as diferenças de preferência entre dois pares de ações.

Existem entretanto algumas metodologias que apresentam possibilidades Em contrapartida à estas dificuldades, a metodologia MACBETH (Bana e Costa, 1992) apresenta uma nova abordagem ao problema da construção de valor cardinal sobre “A” a partir de juízos absolutos de diferença de atratividade.

Na metodologia MACBETH são utilizados os conceitos de intensidade de preferência, os quais são expressos por meio da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações. Esse método não consiste em levantar questões que envolvam ações, do tipo: a diferença de atratividade entre "a" e "b" é maior, igual ou menor que a diferença de atratividade entre "c" e "d"? De fato, o método propõe como alternativa envolver apenas duas ações de cada vez, colocando ao avaliador perguntas mais simples que exigem dele apenas a elaboração de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas ações.

CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE APOIO TOMADA DE DECISÃO

3.1 - METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO

A tomada de decisão que envolve problemas complexos, onde é necessário envolver um grande número de critérios para que se possa chegar a uma escolha final, são comuns em uma infinidade de áreas. Sendo assim, o desenvolvimento e a aplicação de metodologias que permitem ao decisor ponderar com eficiência os diferentes critérios usados na tomada de decisão são recursos que vêm facilitando a escolha do decisor (Gomes *et al.*, 2004).

De acordo com Martell, (1999), esses métodos evoluíram da Pesquisa Operacional e têm como objetivo auxiliar no processo de escolha, na ordenação e na classificação das alternativas, bem como incorporar múltiplos aspectos no processo decisório (Ensslin, Montibeller, & Noronha, 2001). Gomes, Araya e Carignano (2004) afirmam que uma metodologia multicritério de apoio à decisão procura fazer com que o processo seja mais neutro, objetivo, válido e transparente possível, sem a pretensão de mostrar ao decisor uma solução única e verdadeira, mas sim auxiliar na escolha da decisão.

De acordo com a literatura, a metodologia multicritério possui dois grandes ramos: (a) o ramo contínuo da decisão multicritério, conhecido como programação multiobjetivo, o qual se ocupa com problemas com objetivos múltiplos, em que as alternativas podem adquirir um número infinito de valores; e (b) o ramo discreto ou Decisão Multicritério Discreta (DMD), que analisa problemas nos quais o conjunto de alternativas de decisão é formado por um número limitado e, na maioria das vezes, pequeno de variáveis (Gomes *et al.*, 2004; Zanakis, Solomon, Wishart, & Dubliss, 1998).

É importante destacar também, a relevância das correntes de pensamento instituídas nesse campo de pesquisa, pois, conforme Roy (1996), há duas escolas de pensamento claramente distintas: a Escola Europeia, fundada por Bernard Roy, que promoveu o conceito de *outranking*, para avaliar alternativas discretas, e a Escola

Americana, inspirada no trabalho de Keeney e Raiffa, que se refere a funções de valores multiatributos e à Teoria da Utilidade Multiatributo.

Uma variedade de métodos multicritérios de apoio à decisão surgiram a partir dessas correntes de pensamento, dentre eles destaca-se o método de análise hierárquica (AHP - do inglês *Analytic Hierarchy Process*), modelo subjacente ao sistema de apoio à decisão do presente estudo. O método AHP, criado por Thomas Saaty em 1980, foi um dos primeiros métodos da Escola Americana, tendo sido desenvolvido para solucionar problemas de decisão com múltiplos critérios, quantitativos e qualitativos (Gomes, 2007). O AHP permite estruturar uma decisão em níveis hierárquicos, determinando, por meio da síntese de valores dos decisores, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao final do método (Saaty, 1991).

O aprimoramento do processo de tomada de decisão com base nesses métodos, possibilitou o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão baseados em computador, que auxiliam os usuários em atividades de julgamento e escolha. Segundo Druzzel e Flynn (2002), esses sistemas são ferramentas poderosas de integração de métodos científicos no auxílio de decisões complexas, com técnicas desenvolvidas na ciência da informação. Para esses autores, os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) não substituem os seres humanos, mas aumentam a sua capacidade limitada para lidar com problemas complexos. A interface do usuário determina se um SAD será utilizado na sua totalidade e, em caso afirmativo, se a qualidade final das decisões será maior do que quando o decisor não utiliza um sistema de apoio à decisão.

3.2 – O MÉTODO AHP

O processo de análise hierárquica é uma técnica de análise de decisão e foi desenvolvida em meados da década de 70 por Thomas L. Saaty para resolver processos decisórios em ambiente multicritério. Esse método tem por objetivo simular a maneira como as pessoas pensam, tornando-se uma ferramenta poderosa no auxílio à priorização e decisão onde há a presença de fatores qualitativos e quantitativos.

Para Saaty (1980), o processo de tomada de decisão depende da avaliação específica das alternativas propostas, resultando na seleção daquela que melhor atenda a um conjunto de critérios. No método AHP faz-se a estruturação do problema de uma forma intuitiva através de elaboração de árvores hierárquicas, nas quais o nível mais alto geralmente é composto pelo objetivo global, seguem-se então os critérios e pode ainda haver os subcritérios, os quais podem ainda se desmembrar em um nível mais baixo. No último nível encontram-se as alternativas de escolha ou soluções par o problema em questão.

Segundo Cova (2000), o método consiste no estabelecimento de pesos relativos dos critérios, através da análise paritária dos dados como prioridades dos elementos de um nível da hierarquia em relação ao nível superior, permitindo a melhor compreensão e avaliação do problema. O método de análise hierárquica é um sistema para análise e síntese de problemas complexos que permite justificar as decisões e avaliações complicadas, tornando possível examinar os elementos ou partes de um problema de forma isolada (Forman & Selly, 2001).

O AHP consiste nos seguintes passos:

- identificar alternativas
- estabelecer hierarquias
- fazer comparações das alternativas
- transformar as comparações em pesos
- checar sua consistência

- utilizar os pesos para obter parâmetros
- tomar uma decisão

Podem ainda ser evidenciados três fundamentos básicos (Picanço, 2007):

- construção de hierarquias: deve-se estruturar o problema em níveis hierárquicos, a fim de se obter uma compreensão e avaliação do mesmo.
- definição de prioridades: este ajuste reporta em fundamentar “a habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares a luz de um determinado foco ou critério (julgamentos paritários)”.
- consistência lógica: no MAH, “é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência”.

Modelo matemático

De acordo com Saaty (1991), o arcabouço de uma hierarquia bem construída será impreterivelmente um bom modelo matemático. Saaty (1991) coloca ainda que, a parte representativa da construção das hierarquias é a etapa fundamental para que o tomador de decisão possa se guiar de forma acertada para fazer seus julgamentos. No método AHP o problema é estruturado em níveis hierárquicos, o que facilita a melhor compreensão e avaliação do mesmo. Este método ajuda a resolver o problema de fazer uso das alternativas disponíveis em ordem de preferências, para isso atribui-se um valor para uma determinada alternativa, como exemplo, em função de um dado critério.

Para a aplicação desta metodologia é necessário que tanto os critérios quanto as alternativas possam ser estruturadas de forma hierárquica, sendo que no primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema, o segundo aos critérios e o terceiro as alternativa

Para a aplicação desta metodologia faz-se necessário determinar a importância relativa dos critérios e, para isso, são atribuídos pesos para cada um deles. Segundo Saaty (2006), a valoração geral de cada alternativa é a soma ponderada das valorações parciais. Cada elemento da alternativa é comparado ao outro sempre segundo um dos critérios e as comparações são feitas aos pares. Observa-se, portanto, que com o

aumento do número de critérios e alternativas, o número de avaliações cresce rapidamente e nos casos em que os problemas são mais complexos, conta-se com a capacidade de discernimento do decisor.

A estruturação do problema para o método pode ser esquematizada conforme apresentado na figura 2 abaixo.

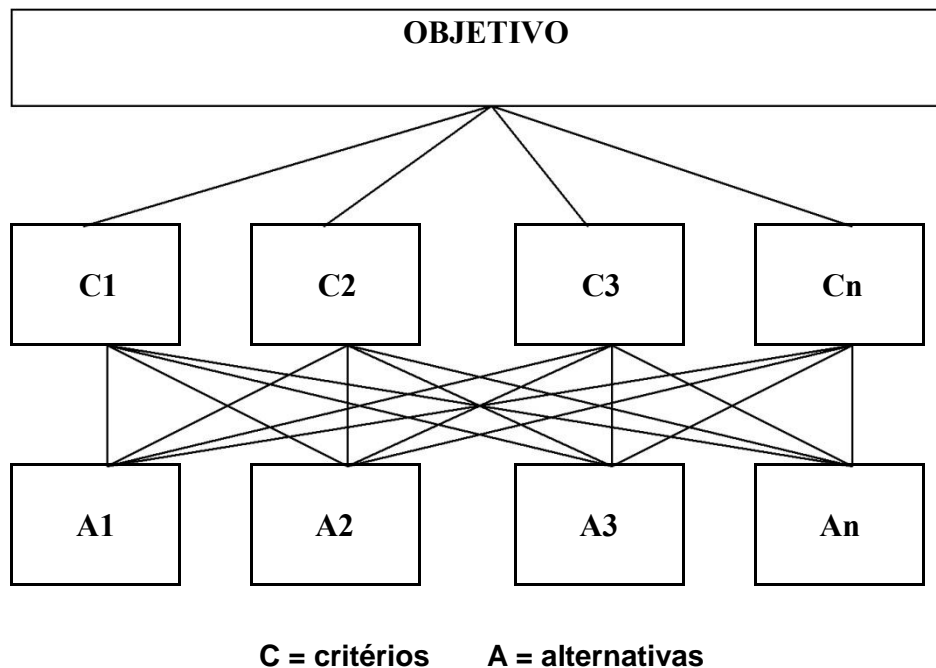


Figura 2- Estrutura hierárquica de critérios e alternativas (Fonte: Fundamental of Decision Making and Priority Theory, Saaty Thomas, 2006).

A figura 2 demonstra a importância dos critérios e evidencia que estes precisam ser avaliados para se poder atingir o objetivo colocado no primeiro nível. Conforme já foi mencionado, os critérios podem ser desmembrados em níveis mais baixos, ou seja em subcritérios.

Por exemplo, tendo como objetivo a compra de um carro, teremos que avaliar as diferentes alternativas de escolha no mercado. A seleção será feita com base em critérios que consideramos importantes, como por exemplo, preço, modelo, conforto, segurança. Um subcritério derivado de conforto, por exemplo, pode ser a direção hidráulica ou o tipo de assento.

Nesse tipo de problema o ponto central em termos da hierarquia ou estrutura de decisão é determinar com que peso os fatores ou critérios individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam o objetivo geral. No exemplo da escolha do carro, qual seria o peso de cada critério tal como preço, conforto e segurança na escolha do carro.

Como esta influência não é necessariamente uniforme em relação aos fatores envolvidos, o método estudado permite explicitar as intensidades ou prioridades. Assim o processo de tomada de decisão irá refletir as preferências do tomador de decisão ou do grupo envolvido na decisão, pois ressalta suas preferências particulares em relação ao contexto da decisão.

A determinação das prioridades dos fatores mais baixos com relação ao objetivo, pode reduzir-se a uma sequência de problemas de prioridade, um para cada nível, sendo que cada um desses problemas de prioridade podem ser resolvidos através de uma sequência de comparações por pares. Essas comparações representam o elemento central da metodologia AHP.

Para a aplicação do método AHP utiliza-se a escala proposta por Saaty (1970) na etapa de comparação aos pares dos critérios e subcritérios, conforme quadro 1. Como a escala numérica pode trazer dificuldade para o decisor, Saaty propôs o uso da escala de preferências que posteriormente é traduzida para números. Assim, no caso citado acima da compra do carro compara-se, por exemplo, o preço com a segurança perguntando-se ao decisor quanto um critério é mais importante que o outro. Se o decisor responder, por exemplo, que o preço é moderadamente ou um pouco mais importante que a segurança, a resposta será entendida como tendo o valor igual a 3.

Pareceres de Preferências	Valores Numéricos
Absoluta	9
Muito forte	7
Forte	5
Moderada	3
Igual	1

Quadro 1 – Valores de Preferência (Fonte: Saaty, 1970)

Nesse caso, a prioridade relativa que é calculada para cada elemento chave, ou seja, critérios e subcritérios, segundo Saaty (1994), deve ter um valor entre 0 e 1. Para cada grupo de fatores, a soma total dos pesos deve resultar em um valor unitário, isto é, a soma dos pesos de todos os critérios da hierarquia e a soma dos pesos de todos os subcritérios que compõe um critério devem ser iguais a 1.

O método AHP pode ser expresso matematicamente através da definição de uma matriz de comparação de pares de critérios e subcritérios e de vetores de prioridade. O AHP utiliza o método do autovetor para determinar as prioridades relativas.

Assim, dada a matriz quadrada A , onde a_{ij} representa o valor da comparação entre o critério de decisão da linha i com o critério da coluna j , sendo que, se $a_{ij} = 1/\alpha$, α é diferente de zero e, se $a_{ij} = 1$ e $a_{ji} = 1$ e, em particular, $a_{ii} = 1$, então as alternativas C_j terão igual importância.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

A matriz A tem a particularidade de cada elemento a_{ij} ser o inverso do elemento a_{ji} da mesma matriz.

O vetor de prioridades relativas W é definido pela equação (2), onde A é a matriz quadrada, citada acima, de n linhas e n colunas dos valores de comparação em pares derivados dos julgamentos intuitivos, sendo λ_{\max} o maior autovalor de A e W é o autovetor associado.

$$A.W = \lambda_{\max} W \quad (2)$$

Para ilustrar a aplicação do método vamos tomar como exemplo a compra do carro citado anteriormente com a matriz de comparação a seguir.

	Preço	Modelo	Conforto	Segurança
Preço	1	4	3	2
Modelo	1/4	1	1/2	1/3
Conforto	1/3	2	1	1/2
Segurança	1/2	3	2	1

A determinação do vetor de prioridade é dada somando-se os pesos de cada elemento de uma dada linha i da matriz e, em seguida, os valores obtidos devem ser normalizados.

A normalização consiste na divisão do peso de cada critério da matriz pelo somatório dos pesos de todos os critérios. Dessa forma, se obterá um valor adimensional expresso por número decimal, para cada elemento da coluna, sendo que o somatório deles resulta na unidade.

Em seguida se calcula a média dos valores de cada linha, dispondo-as em um vetor coluna. Esse procedimento possui fundamental importância no método pois permite a análise de elementos quantitativos dimensionais junto com os pareceres subjetivos do avaliador. A seguir calculamos o vetor prioridade para o exemplo em questão.

Vetor Prioridade

Preço:	$1+4+3+2 =$	10
Modelo:	$1/4+ 1+1/2+1/3 =$	2,08
Conforto:	$1/3+2+1+1/2 =$	3,83
Segurança:	$1/2+3+2+1=$	<u>6,50</u>
Total:		22,41

Vetor prioridade normalizado

$10 \div 22,41 = 0,45$
$2,08 \div 22,41 = 0,09$
$3,83 \div 22,41 = 0,17$
$6,50 \div 22,41 = 0,29$

Como se pode verificar, a soma dos elementos dos vetores de prioridade normalizados é igual a 1.

Repetindo-se o mesmo procedimento para comparar as alternativas de acordo com um critério, obtemos a matriz hierárquica das alternativas para esse critério. As matrizes de comparação de alternativas são mostradas a seguir.

Conforto	Carro A	Carro B
Carro A	1	1/3
Carro B	3	1

Modelo	Carro A	Carro B
Carro A	1	1
Carro B	1	1

Preço	Carro A	Carro B
Carro A	1	2
Carro B	1/2	1

Segurança	Carro A	Carro B
Carro A	1	4
Carro B	1/4	1

Em seguida determina-se o vetor prioridade para cada alternativa como apresentado pelas equações e descrito anteriormente.

Vetor de Prioridade para cada alternativa

Preço: $1+2=3$	\Rightarrow	$3 \div 4,5 = 0,67$
$\frac{1}{2}+1=1,5$		$1,5 \div 4,5 = 0,33$
Total: $= 4,5$		

Modelo: $1+1= 2$	\Rightarrow	$2 \div 4 = 0,5$
$1+1= \frac{2}{2}$		$2 \div 4 = 0,5$
Total $= 4$		

Conforto: $1+0,33= 1,33$	\Rightarrow	$1,33 \div 5,33 = 0,25$
$3+1,00= 4,00$		$4 \div 5,33 = 0,75$
Total: $= 5,33$		

Segurança: $1+4,00= 5,00$	\Rightarrow	$5 \div 6,25$
$0,25+ 1=1,25$		$1,25 \div 6,25$
Total $= 6,25$		

Por último, é construída uma matriz consolidada pela justaposição das matrizes das alternativas para cada critério, na mesma ordem em que os critérios foram alinhados, na matriz hierárquica de critérios, correspondendo cada coluna da primeira a cada linha desta última.

Finalmente multiplicamos as duas matrizes obtendo como resultado uma matriz de uma única coluna e tantas linhas quantas forem as opções analisadas e cada valor representa a hierarquia de cada uma delas.

O quadro abaixo mostra como ficaram as prioridades das alternativas colocadas.

A		B				
Preço	0,45	Preço	Modelo	Conforto	Segurança	
Modelo	0,09	Carro A	0,67	0,5	0,25	0,80
Conforto	0,17	Carro B	0,33	0,5	0,75	0,20
Segurança	0,29	Resultado obtido: opção A x opção B				
		Carro A: 0,62		Carro B: 0,39		

Sendo assim, a escolha seria pela opção A que é a que obteve maior pontuação. É necessário ainda, realizar em cada etapa a verificação da coerência dos dados que foram utilizados no julgamento. Esta coerência representa basicamente o desvio que apresenta o resultado dos cálculos de um de um valor ideal para a mesma quantidade de critérios adotados na avaliação e é denominado índice de consistência.

O indicador ou coeficiente de consistência (C.I.), é definido por Saaty (1980) pela equação abaixo.

$$C.I. = \lambda_{\max} - n / n - 1$$

De acordo com Saaty (1980) e Forman & Selly (2001), o índice de consistência menor ou igual a 10% é considerado aceitável, sendo que em circunstâncias particulares ele pode ser maior, pois é possível ser perfeitamente consistente, porem errado.

Conforme foi dito anteriormente, os valores subjetivos são representados quantitativamente por 1, 3, 5, 7 e 9, que corresponderão, respectivamente, a ideia de “igualmente importante”, “pouco importante”, “mais importante”, “muito mais importante” e “excepcionalmente mais importante”. Ou seja, se, numa determinada linha da matriz recíproca encontrarmos o valor 3, isto significa que o item comparado referente à linha é pouco mais importante que o item referente à coluna.

Em um estudo desenvolvido por Weber (Saaty, 1991) foram analisadas as mudanças de sensação em relação aos estímulos e as respostas a esses. Em função desse estudo foi estabelecida a escala de valores apresentada acima, posto que foi verificado que, de uma forma geral, as distinções qualitativas são bem significativas na prática e têm uma característica de precisão quando os itens comparados apresentam a mesma

ordem de magnitude ou estão próximos em relação à propriedade usada para fazer a comparação.

Segundo Weber, uma mudança de sensação é observada quando o estímulo é aumentado por uma percentagem constante do próprio estímulo. Subsidiariamente, ele notou que as habilidades humanas para fazer distinções qualitativas são bem representadas por cinco atributos: igual, fraco, forte, muito forte, e absoluto (Cova, 2000).

3.3 – MÉTODO FUZZY

A lógica *fuzzy*, também chamada de lógica nebulosa ou difusa, surgiu com base na teoria dos conjuntos Fuzzy . o termo Fuzzy significa algo como vago, indefinido ou incerto. Tornou-se conhecida a partir de 1965, quando o professor Lofti Zadeh publicou o artigo *Fuzzy Sets* no *journal Information and Control*, porém de acordo com Cox(1994) os princípios apresentados por esta lógica já existiam bem antes. Por volta de 1920 um polonês chamado Jan Luasiewicz (1878-1956), apresentou pela primeira vez as noções da lógica dos conceitos vagos onde é admissível um conjunto com valores não precisos e incorporando o princípio da incerteza

Segundo Klir (1995) a principal diferença entre a lógica clássica e a lógica *fuzzy* está no alcance que cada uma delas tem como valores verdadeiros ou valores respostas. Enquanto na lógica clássica é proposto que esses valores sejam verdadeiros ou falso, na lógica *fuzzy* se propõe que isso seja uma questão de grau.

Já de acordo com Cox(1994), o que diferencia a lógica *fuzzy* da lógica booleana é a capacidade desta de se aproximar do mundo real onde não existe somente respostas extremas. A lógica *fuzzy* dá espaço ao meio termo apresentando ainda a possibilidade de mensurar o grau de aproximação da solução exata e assim inferir algo que seja necessário.

Percebendo sua utilidade devido a esta adaptabilidade e proximidade com problemas do mundo real a lógica *fuzzy* foi crescendo com o passar dos anos e teve grande expansão durante a década de 80 tendo o Japão como um dos principais locais para seu crescimento. Com o passar do tempo Europa e Estados Unidos perceberam a eficácia da lógica e começaram a investir mais nessa tecnologia. Segundo Von Altrock (1996) são diversas as áreas onde se encontram aplicações da lógica *fuzzy* como: controle de fluxo de caixa, análise de risco, controle de estoques, avaliações, controle de qualidade entre outros, ganhando maior espaço atualmente em otimizações e automação industrial devido sua facilidade de retratar a lógica da racionalidade humana ao resolver problemas.

Certos problemas apresentam um grande grau de incerteza e, nesse caso, para a solução faz-se necessário a utilização de um modelo matemático que contemple essa

especificidade e não desconsidere aspectos que possam ser ignorados na aplicação de lógicas tradicionais. Como afirma Cox(1994), para esses casos a lógica *fuzzy* é amplamente recomendada pois apresenta um modelo capaz de combinar a imprecisão associada aos eventos naturais e o poder computacional das máquinas produzindo assim sistemas de respostas inteligentes.

De acordo com Von Altrock(1996) um dos grandes objetivos inerentes a lógica *fuzzy* é se aproximar em sua lógica, da forma com que o raciocínio humano relaciona as informações buscando respostas aproximadas aos problemas, por isso o grande foco desta lógica é a solução de problemas cujas informações presentes sejam incertas.

Lógica convencional × Lógica *Fuzzy*

A teoria clássica de conjuntos permite o tratamento de classes de objetos e suas inter-relações em um universo definido. Nessa teoria, a pertinência de um dado elemento com relação a um conjunto refere-se ao fato de tal elemento pertencer ou não a esse conjunto. De forma ilustrativa, considere o gráfico apresentado no lado esquerdo da figura 3, que representa um exemplo típico, bastante utilizado, da teoria clássica e descreve a altura de uma pessoa através de três conjuntos: baixo, médio e alto. Nesse exemplo, dado um elemento x qualquer, o mesmo pertencerá a um dos conjuntos do gráfico; por exemplo, se $x = 1,65$, então x pertence ao conjunto médio e não aos demais, ou seja, um elemento pertence ou não a um determinado conjunto e, além disso, tal elemento não pertence a mais de um conjunto.

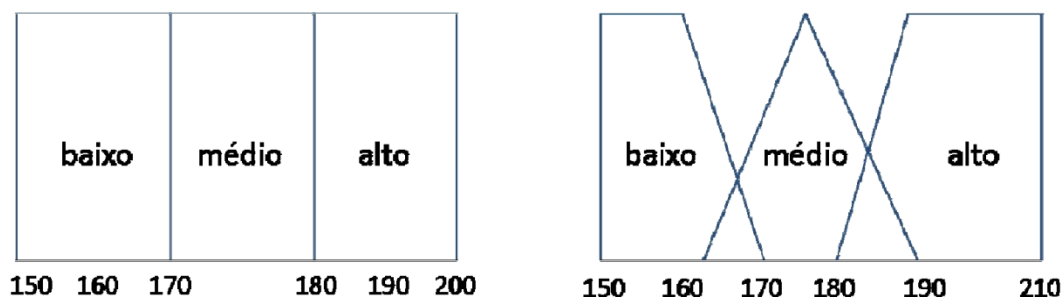


Figura 3- Representação na forma de conjuntos da altura de uma pessoa, sob o ponto de vista da Lógica convencional (à esquerda) e do da Lógica *Fuzzy* (à direita)

Diferentemente da Lógica convencional, na Lógica *Fuzzy* utiliza-se a ideia de que todas as coisas admitem (temperatura, altura, velocidade, etc.) *graus de pertinências*. Com isso, a Lógica *Fuzzy* tenta modelar o senso de palavras, tomada de decisão ou senso comum do ser humano. Ainda tomando como exemplo o gráfico da figura 1, dados dois elementos $x_1 = 1,69$ e $x_2 = 1,71$, se a Lógica clássica for utilizada, esses dois elementos pertencem a classes diferentes, x_1 pertencendo à classe *médio* e x_2 à classe *alto*. No entanto, na realidade fica difícil de dizer que uma pessoa com 1,69 m e outra com 1,71 m pertencem a classes diferentes.

Por outro lado, na Lógica *Fuzzy*, tanto o x_1 quanto o x_2 têm graus de pertinências aos conjuntos *fuzzy* definidos, que podem variar de 0 a 1. Em outras palavras, enquanto que a tomada de decisão na teoria clássica seria como a da expressão 1, a da Lógica *Fuzzy* seria como a da expressão 2, considerando um conjunto A e um elemento x com relação a esse conjunto.

$$f(x) = \begin{cases} \mathbf{1} & \text{se, e somente se, } X \in A \\ \mathbf{0} & \text{se, e somente se, } X \notin A \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & \text{se, e somente se, } X \in A \\ 0 & \text{se, e somente se, } X \notin A \\ 0 \leq \mu \leq 1 & \text{se, e somente se, } X \in \text{parcialmente } A \end{cases} \quad (2)$$

Dessa forma, a Lógica *Fuzzy* pode ser considerada como um conjunto de princípios matemáticos para a representação do conhecimento baseado no grau de pertinência dos termos (graus de verdade). Como pode ser observado na expressão 2, o intervalo de pertinência é $[0,1]$, onde 0 significa que um elemento não pertence a um determinado conjunto, 1 significa completa pertinência ao conjunto, e valores entre 0 e 1 representam graus parciais de pertinências. Assim, na Lógica *Fuzzy*, um elemento pertence a um conjunto com um certo grau de pertinência, fazendo com que uma determinada sentença possa ser *parcialmente verdadeira* e *parcialmente falsa*. Além do mais, um mesmo elemento pode ter graus de pertinências diferentes de 0 para mais de um conjunto *fuzzy*.

Para entender melhor o funcionamento da Lógica *Fuzzy*, ainda considerando o exemplo descrito acima, a altura de uma pessoa pode ser descrita através de conjuntos *fuzzy* (explicados com maiores detalhes na próxima seção), como mostrado no lado direito da figura 1. Utilizando os mesmos elementos do exemplo acima, $x_1 = 1,69$ e $x_2 = 1,71$, percebe-se que ambos têm graus de pertinência 0 para o conjunto *alto* e graus de pertinência parciais para os conjuntos *baixo* e *médio*. É possível notar que, com a Lógica *Fuzzy*, não existe um limite abrupto que define os elementos que pertencem ou não a um determinado conjunto, como no caso dos conjuntos *alto*, *médio* e *baixo*. Por outro lado, os graus de pertinência dos elementos possuem variações suaves no intervalo real $[0,1]$, representando, assim, de forma mais realista, o conhecimento humano.

Conjuntos *fuzzy*

Como discutido anteriormente, na Lógica clássica os conjuntos são bem definidos, de modo que um elemento pertence ou não a um conjunto; se pertencer, pertence somente a um. Isso evita que ambiguidades apareçam e tornam a lógica mais simples. Ainda considerando o exemplo da utilização de conjuntos para separar pessoas pela altura, uma pessoa com 1,69m seria considerada uma pessoa de altura mediana, se assim fosse definido, estando apenas nesse conjunto e em nenhum outro; já uma pessoa com 1,71m faria parte do conjunto das pessoas altas, e somente deste. Todavia, na realidade, fica bem difícil ver que pessoas com uma diferença de altura tão mínima pertencem a conjuntos diferentes. Por outro lado, pela ótica da Lógica *Fuzzy*, ter-se-ia as duas pessoas com certo grau de pertinência aos dois conjuntos, variando entre 0 e 1, ou seja, teríamos a tomada de decisão baseada em fatores mais humanos, mais maleáveis.

Assim, pode-se concluir que os conjuntos *fuzzy* que classificam os elementos de um dado universo são menos rígidos do que aqueles utilizados na teoria clássica visto que eles admitem graus parciais de pertinência.

Representação de conjuntos *fuzzy*

O primeiro passo na representação de conjuntos *fuzzy* é a escolha da função de pertinência. A escolha dessa função depende do problema a ser modelado e também da capacidade computacional disponível para processar o que se deseja. Funções não-lineares podem ser mais eficientes para problemas mais complicados, porém, elas demandam um poder computacional muito maior do que as funções lineares.

Se o universo a ser trabalhado for curto, ou contínuo, torna-se bem mais simples a aplicação de uma função para separar adequadamente os elementos em conjuntos. Um exemplo para a altura é apresentado na tabela 1, onde são mostrados os graus de pertinência para as variáveis alto, médio e baixo:

Grau de pertinência	<i>alto</i>			<i>médio</i>			<i>baixo</i>		
	$x = 165$	$x = 175$	$x = 185$	$x = 145$	$x = 160$	$x = 175$	$x = 140$	$x = 150$	$x = 160$
$\mu(x)$	0	0.5	1	0	1	0	1	0.5	1

Tabela 1- Altura: conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência para alguns valores de x

Nesse caso, tem-se o grau de pertinência de cada um sendo analisado em relação aos centímetros. podemos dizer que uma pessoa com menos de 165 centímetros não pode ser considerada nem um pouco alta, assim como uma pessoa acima de 160 centímetros não é nada baixa.

Como as opções para a escolha de uma função de pertinência é praticamente infinita, é importante despender um bom tempo nessa etapa do processo e com isso escolher a função mais adequada ao problema a ser modelado, o que dará maior precisão ao método. Para o caso de sistemas especialistas, a literatura sugere que se consulte um especialista (expert) para essa etapa.

Variáveis linguísticas e modificadores

Pode-se considerar uma *variável linguística* (ou *fuzzy*) como uma entidade utilizada para representar de modo impreciso – e, portanto, linguístico – um conceito ou uma variável de um dado problema. Uma variável linguística, diferentemente de uma

variável numérica, admite apenas valores definidos na linguagem *fuzzy* que está utilizando-se dela. Por exemplo: João é alto

A variável *João* está recebendo o valor *alto*, que é um dos conjuntos *fuzzy* definidos para esta variável.

Os modificadores são termos ou operações que modificam a forma dos conjuntos *fuzzy* (ou seja, a intensidade dos valores *fuzzy*), podendo-se citar, por exemplo, os advérbios *muito*, *pouco*, *extremamente*, *quase*, *mais ou menos*, entre outros.

. Regras *fuzzy*

As regras *fuzzy* são regras normais utilizadas para operar, da maneira correta, conjuntos fuzzy, com o intuito de obter consequentes. Para criar tais regras é preciso de um raciocínio coerente com o que se deseja manusear e obter. Para isso, este raciocínio deve ser dividido em duas etapas: 1- avaliar o antecedente da regra e 2- aplicar o resultado no consequente.

Por exemplo, considerando a sentença:

se x é alto, então x é pesado

Seguindo os passos 1 e 2 acima, tem-se que para $x = 1,70\text{m}$, deve-se, primeiramente, verificar o grau de pertinência da entrada para o conjunto ao qual se encaixa, *alto*, que é, para este caso, $\mu(x) = 0.5$. Como o grau de pertinência da entrada x é tal, então se deve passar este valor de pertinência para um $y = 80\text{ kg}$ (por exemplo), pertencente ao conjunto *pesado*.

Para casos em que existam vários antecedentes, é preciso encontrar um grau de pertinência resultante de todos os antecedentes. Nos casos em que o conectivo entre os antecedentes seja *e*, deve-se utilizar métodos de combinação, contanto que o resultado não ultrapasse o valor de menor pertinência entre os antecedentes; um exemplo de método seria o mínimo das pertinências. Já nos casos em que o conectivo entre os antecedentes for *ou*, deve-se utilizar métodos de combinação, contanto que o resultado não seja menor que o maior grau de pertinência.

O raciocínio é bem mais simples para casos em que existam vários consequentes, pois o grau de pertinência resultante será o mesmo para todos os consequentes.

Sistema lógico fuzzy

O sistema lógico *fuzzy* consiste em três operações básicas. A figura 4 adaptada de Cox (1994) revela essas operações básicas.

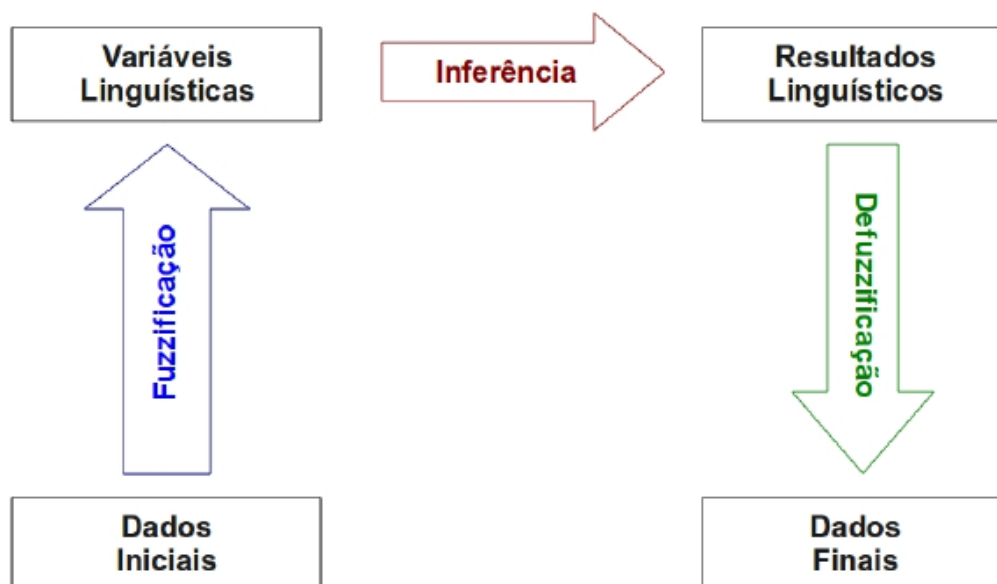


Figura 4. Sistema lógico fuzzy. Fonte: Cox (1994)

Fuzzyficação

Nesta primeira etapa do Sistema Lógico *fuzzy* o problema é analisado e os dados de entrada são transformados em variáveis linguísticas. Neste momento é de extrema importância que todos os dados de imprecisão e incerteza sejam considerados e transformados em variáveis linguísticas. Após esta transformação são determinadas também as funções de pertinência. Para obter o grau de pertinência de uma determinada entrada *crisp* basta buscar esse valor na base de conhecimento do sistema *fuzzy*.

Para o exemplo em questão, citado acima, tem-se os conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência para cada uma das variáveis de entrada, conforme mostrado na figura 5.

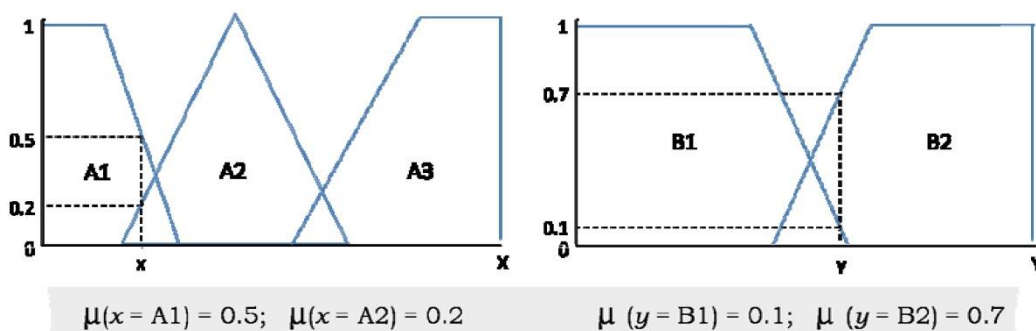


Figura 5 - Fuzzyficação das variáveis linguísticas de entrada x e y , resultando nos seus respectivos conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência

Avaliação das regras *fuzzy*

Depois de obter as entradas fuzzyficadas é só aplicá-las nos antecedentes obtendo assim o valor do conseqüente para cada regra. Para um antecedente composto, os operadores *e* e *ou* são utilizados para obter um único resultado; no caso do operador *ou* é utilizada a operação de união (pega o maior grau de pertinência), e, no caso do operador *e*, é utilizada a de interseção (pega o menor grau de pertinência). Depois de obter um único valor para o antecedente é necessário obter o valor do conseqüente através de um método de correlação dos mesmos. O método mais comum é conhecido como *clipped*, onde o conseqüente é “cortado” para o nível de valor verdade do antecedente da regra avaliada, ou seja, o valor obtido é simplesmente passado para o conseqüente dessa regra.

Por exemplo, com base nos graus de pertinência e nas correlações entre as variáveis linguísticas, têm-se as regras

- 1: SE (x é A3 (0) ou y é B1 (0.1)) ENTÃO (z é C1 (0.1))
- 2: SE (x é A2 (0.2) e y é B2 (0.7)) ENTÃO (z é C2 (0.2))
- 3: SE (x é A1 (0.5)) ENTÃO (z é C3 (0.5))

É importante notar que, na regra 1, com a operação *ou*, tem-se que o grau de pertinência de z é 0.1, o maior entre os graus de x e de y ; de forma similar, com a operação *e* na regra 2, o grau de pertinência de z é 0.2, o menor dentre os graus de x e y . Na regra 3 foi aplicado o *clipped*: como tem-se apenas um valor na variável linguística de entrada que consta no antecedente (no caso, x), então o mesmo é passado para a variável linguística de saída que consta no consequente (no caso, z).

Agregação das regras *fuzzy*

Como o nome sugere, nessa etapa são agregadas todas as funções membro dos consequentes de cada regra em um único conjunto *fuzzy*. Para o exemplo em questão, considerando os conjuntos *fuzzy* para a variável z e respectivos graus de pertinência, produzidos pela aplicação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3 (figura 6) a agregação desses conjuntos resulta no conjunto *fuzzy* da figura 6.

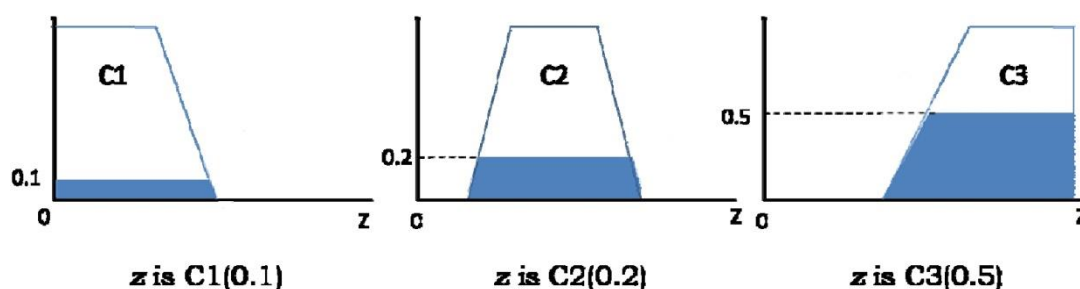


Figura 6 - Conjuntos *fuzzy* e graus de pertinência da variável linguística de saída z e respectivos graus de pertinência, produzidos pela aplicação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3

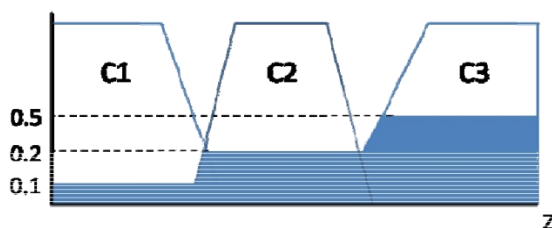


Figura 7. Conjunto *fuzzy* resultante do processo de agregação das regras *fuzzy* 1, 2 e 3

Inferência *fuzzy*

A *inferência fuzzy* é um processo de avaliação de entradas com o objetivo de, através das regras previamente definidas e das entradas, obter conclusões utilizando-se a

teoria de conjuntos *fuzzy*. Esse processo pode ser feito através de *modelos de inferência*, cuja escolha deve levar em consideração o tipo de problema a ser resolvido, obtendo-se assim um melhor processamento. Existem vários métodos de inferência, mas o que geralmente é mais utilizado é o método Mamdani, que será apresentado na seção subsequente.

Inferência *fuzzy* (difusa): Estilo Mamdani

O estilo de inferência Mamdani foi criado pelo professor Ebrahim Mamdani da Universidade de Londres (Reino Unido) em 1975 no contexto do desenvolvimento de sistemas *fuzzy* baseando-se em regras de conjuntos *fuzzy* no intuito de representar experiências da vida real. Para a construção desse sistema, foi definido um processo de raciocínio dividido em quatro passos: (1) *fuzzyficação*, (2) avaliação das regras *fuzzy*, (3) agregação das regras *fuzzy* e (4) *defuzzyficação*, cada um deles explicados nas subseções a seguir.

Defuzzyficação

Para se obter uma saída numérica é necessário *defuzzyficar* a saída obtida na etapa anterior. O método de *defuzzyficação* mais comum é a técnica do *centróide*, que obtém o ponto onde uma linha vertical divide ao meio um conjunto agregado. A fórmula matemática que obtém esse ponto é expressa pela equação abaixo. A precisão do método depende do intervalo escolhido, quanto maior mais impreciso, porém mais rápido de calcular.

$$COG = \frac{\sum_{x=a}^b \mu(x) \cdot x}{\sum_{x=a} \mu(x)}$$

CAPÍTULO 4 – FINANCIAMENTO DE PROJETOS

4.1 – O PROJETO

Conforme Maximiano (2002), a definição de projeto é “um empreendimento temporário de atividade com início, meio e fim programados, que tem por objetivo fornecer um produto singular e dentro das restrições orçamentárias”, para satisfazer as necessidades dos stakeholders. Seja qual for o tipo de projeto (construção de um avião, desenvolvimento de uma nova versão de software, uma viagem, construção de um edifício, etc.).

Segundo Xavier, (2005), e de acordo com a norma ISO 10.006 (diretrizes de qualidade de gerenciamento de projetos), o projeto é:

“Um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos”.

Destarte, o projeto, sinteticamente falando, é composto de três restrições: tempo, custo e qualidade.

Por isso, sabe-se que um projeto surge em resposta a um problema e/ou uma necessidade concreta. E que, elaborar um projeto é, antes de qualquer coisa, contribuir para a solução de problemas, transformando ideias em ações planejadas e executadas de acordo com o que o projeto estipula no contrato. Segundo a ONU (1984), “Projeto é um empreendimento planejado que consiste num conjunto de atividades inter-relacionadas e coordenadas, com o fim de alcançar objetivos específicos dentro dos limites de um orçamento e de um período de tempo dados”. Este objetivo a ser alcançado no projeto é chamado também de “produto”.

Incentivar projetos e empresas a empreender suas ideias é de caráter fundamental para o crescimento da economia do país como um todo e por consequência para a sociedade em geral. Dessa forma existe hoje em uma grande parcela das empresas que buscam manterem-se competitivas, um estímulo ao florescimento de ideias e a transformação dessas ideias em um plano a ser revertido em um resultado

concreto, o que pode significar um novo produto, processo ou serviço ou o aprimoramento de algo já existente.

Um dos setores que mais despontam nesse cenário, por suas características intrínsecas, é o de tecnologia da informação (TI). Esse setor tem dado uma grande contribuição ao crescimento do PIB e vem se destacando como um setor em crescente processo de exportação, contribuindo para o equilíbrio da balança comercial.

Pesquisa recente da ASSESPRO - Associação das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação, em parceria com a MBI e a Survey Monkey, levantou que 18,9% das empresas nacionais do setor exportam algum tipo de produto ou serviço para o exterior. Um dado curioso levantado pela pesquisa é que das empresas de TI que têm a representatividade majoritária das exportações no faturamento, 100% delas são de pequeno porte. Essas empresas possuem um enorme potencial e com o incentivo e desenvolvimento certo pode elevar esses números a patamares bem expressivos.

Daí a grande importância de se fornecer incentivos e o interesse de algumas modalidades de capital em investir nesse setor.

Inovar é a grande questão que se coloca e o ponto central para todas as organizações. Inovar significa fazer algo diferente ou fazer algo que já é feito de uma forma diferente. Essa questão é tão vital para o ambiente produtivo como um todo, principalmente para um país emergente com o Brasil, que em 2004 o governo federal criou a chamada “Lei da Inovação”, Lei nº 10973 que define o termo inovação e cria incentivos visando estimular o desenvolvimento dessa nas empresas. Essa lei estabelece:

Considera-se inovação tecnológica a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado.

O desenvolvimento de inovações tecnológicas pelas empresas vem se caracterizando como um importante fator no atendimento às demandas do mercado bem como para o desenvolvimento de diferenciais competitivos. As atividades de inovação variam de empresa para empresa. Algumas empresas desenvolvem projetos de inovação com o objetivo de desenvolver e introduzir um produto novo no mercado, enquanto outras empresas desenvolvem projetos com o objetivo de implementar melhorias aos produtos já existentes, agregando valor ao produto e diferenciando-se da concorrência (Manual Oslo, 1997; Danneels; Kleinschmidt, 2001).

A capacidade de uma empresa em desenvolver produtos inovadores é importante por diversas razões. A principal razão é que os produtos inovadores apresentam grandes oportunidades para as empresas em termos de crescimento e expansão em novas áreas, as inovações significativas permitem às empresas estabelecer posições competitivas dominantes, e proporcionar às novas empresas a oportunidade de ganhar uma posição no mercado (Danneels; Kleinschmidt, 2001)

No entanto, o desenvolvimento de produtos inovadores também está associado a elevados riscos e desafios de gestão. Os riscos e desafios de gestão que envolvem o desenvolvimento e seleção de produtos inovadores se justificam:

(i) em função da importância desses projetos para o desenvolvimento econômico e financeiro das empresas; (ii) os riscos e incertezas que envolvem o desenvolvimento desses produtos, no que diz respeito à tecnologia, à concorrência, aos clientes, à economia e a outros fatores ambientais, tendo em vista que os resultados somente serão conhecidos quando o produto se materializar (Liao, 2001; Ozer, 2003); (iii) altos custos com Pesquisa e Desenvolvimento (Carbonell; Escudero; Aleman, 2004); e, (iv) elevadas taxas de insucesso (Carbonell; Escudero; Aleman, 2004).

Corroborando com isso, as pesquisas evidenciam que a taxa de sucesso do novo produto no mercado varia entre 53% a 61%, considerada baixa (Ozer, 2003).

4.2 - FINANCIAMENTO

Entidades Financiadoras

Dividimos as entidades financiadoras em dois grandes grupos: Entidades Públicas e Entidades Privadas. Esses dois perfis apresentam diversos objetivos comuns, apesar de forma de atuação diferenciada. No entanto, no processo de avaliação para a concessão do crédito esses dois perfis, aparentemente conflitantes, apresentam critérios de avaliação semelhantes, distinguindo basicamente no grau de importância que cada um apresenta para cada uma delas.

O grupo das entidades públicas é constituído por empresas que tem por objetivo o fomento e o incentivo a atividade econômica e o desenvolvimento de empresas que possuem capacidade técnica e potencial de crescimento. Algumas dessas empresas possuem programas específicos para a área de TI e recursos para serem aplicados no desenvolvimento e crescimento dessas empresas. Algumas dessas instituições são as seguintes: FINEP, Fundações de Amparo à Pesquisa – FAPs, Agências de Fomento, SEBRAE.

Em virtude dos riscos, as micro e pequenas empresas são as que mais encontram dificuldades na obtenção de recursos para investir em atividades inovadoras. Com o intuito de apoiar a inovação tecnológica, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), lançou, o Programa Juro Zero (PJZ), cujo objetivo é promover e financiar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica desenvolvidas por Micro e Pequenas Empresas Inovadoras (MPEIs), que representem uma inovação em seu setor de atuação.

Além desse programa, o governo federal, através de uma série de instituições ligadas a ele, tem disponibilizado um montante recursos a empresas com potencial de desenvolvimento de novos projetos. O programa de subvenção econômica é outro que merece destaque por vir atingindo uma série de empresas, antes sem acesso a esse tipo de recurso, desde o seu lançamento, cuja participação normalmente é feita pela convocação via edital.

Já no grupo das Entidades Privadas, encontram-se principalmente bancos privados e o chamado Venture Capital ou Capital de Risco. Esse último se destaca em função de evidências de que o apoio via capital de risco faz com que as empresas jovens cresçam mais rápido, criem mais valor e gerem mais emprego do que outras empresas iniciantes. Pesquisas empíricas nos EUA mostraram que o capital de risco pode aumentar de forma significativa a habilidade de novas firmas para criar emprego e riqueza. As empresas apoiadas por capital de risco perseguem inovações mais radicais e estratégias de comercialização mais agressivas. O capital de risco aumenta a velocidade de profissionalização e o crescimento dessas empresas (Keuschnigg -2004).

As empresas financiadoras dispõem de um montante de recursos a ser destinado e dividido para uma gama de projetos de modo que aqueles considerados mais aderentes aos critérios previamente estabelecidos recebem esses recursos ou parte deles.

Nesse momento precisamos levar em consideração as políticas e motivações das financiadoras, uma vez que isso é fundamental na medida da importância que cada critério assume. Na verdade, alguns critérios chegam a ter medidas de grau de importância opostas dependendo do tipo de instituição que está avaliando.

A seleção para alocação dos recursos e escolha dos projetos mais adequados, assim como o processo de seleção dos critérios são conhecidos e seguem um determinado padrão independente da instituição. Existem somente algumas distinções quando se trata de uma instituição financiadora pública ou privada, onde no primeiro caso muitas vezes conta mais o ganho social do que o econômico, entretanto todos os projetos tem que ser economicamente viáveis.

É importante ressaltar que, independente do caráter da instituição que provê os recursos financeiros (pública ou privada) o impacto que o sucesso de um projeto bem gerido é de suma importância para todos os agentes e mesmo para o país em última instância e, portanto, deve ser considerado ao longo de todo o processo decisório.

Os critérios devem ser priorizados e avaliados de acordo com seu grau de importância, buscando maximizar a eficiência na alocação de recursos financeiros. O entendimento de alguns dos principais critérios utilizados por empresas financiadoras em geral, encontra-se exposto a seguir.

Situação do mercado e estratégia (vantagem competitiva)

Vislumbrar oportunidades de ganhos potenciais. Alguns empreendedores acreditam que a exigência mais importante é ter uma oportunidade de um grande mercado em setor em rápido crescimento (Roberts e Barley , 2004). Isso porque o crescimento explosivo pode tornar mais difíceis a adaptação e o atendimento do mercado pelos concorrentes ou empresas dominantes.

Por outro lado, os investidores, como destaca Kawasaki (2001), acreditam que os concorrentes e as empresas dominantes nunca podem ser subestimados e a arrogância do empreendedor é, conforme evidências, o primeiro passo para o fracasso. Também é útil estabelecer metas de receita para a empresa *vis-à-vis* o tamanho do mercado, o que pode ser uma boa indicação do que está sendo perseguido. Objetivos a serem alcançados, por exemplo, podem ser o de deter uma determinada participação de mercado ou de ser líder do setor.

Outro fator envolvido no negócio é assegurar que a empresa-alvo tenha uma vantagem competitiva duradoura. O ideal é que o problema a ser resolvido pelo empreendedor seja difícil, tenha uma solução que não seja direta, mas que por outro lado não represente uma ruptura muito radical do paradigma técnico-científico vigente.

Reichert (2006) destaca que o que faz uma ideia ser atrativa para um investidor é a solução prática para um grande problema ou a sinalização de uma boa oportunidade de mercado.

Existem dois grupos amplos de oportunidades de investimento. No primeiro caso, o mercado ou o produto são, em alguma medida, conhecidos. A empresa está fazendo a melhor execução ou uma versão melhorada de um produto ou serviço existente em um mercado já consolidado.

Outro caso refere-se a mercados ou modelos de negócios totalmente novos, nos quais os investidores acham que conhecem suas apostas mas, na prática, têm pouca ideia do negócio.

Com relação ao plano de negócios, ainda que detalhado, trata-se de um esboço da concepção do negócio e deve ser encarado como a primeira etapa da avaliação, uma vez que os acontecimentos reais têm pouca relação com o que foi planejado inicialmente.

Algumas empresas consideram que a observação do mercado é de fundamental importância. Analisar o mercado envolve avaliar as seguintes características, que são rastreadas e relacionadas ao sucesso dos investimentos: taxa de crescimento, tamanho, concorrência e percepção e atitude dos clientes com relação ao produto.

Existem algumas considerações óbvias, como equipe, oportunidade de mercado e a proposição de valor/produto para a solução. Além disso, a diferenciação tecnológica ou a diferenciação do modelo de negócios também são importantes para sustentar uma vantagem competitiva. Outro determinante importante do sucesso é o setor. Se o setor for bem escolhido – mesmo que a equipe ou a execução não seja tão boa –, as empresas crescerão porque o mercado está em expansão.

Quanto ao modelo de negócios, pode-se começar a análise do lado das receitas para compreender a estratégia de preços e a estratégia de captação do cliente. Modelos de negócios que exijam muito capital para terem sucesso não são tão atraentes. Em negócios menores, é possível saber precocemente se o caminho percorrido está correto. Em alguns casos, mesmo que a tecnologia pareça fantástica, se o empreendedor apresentar um fraco desempenho, o negócio pode não ser bem avaliado.

Quando o projeto trata da substituição por um produto já existente é um mercado. Nesse caso, está-se buscando fazer o produto de forma melhor, mais barata e mais rápida. Por sua vez, há também os casos em que os produtos são totalmente novos e não se sabe exatamente onde estão e qual o tamanho dos mercados. Esse tipo de modelo certamente tem um risco de mercado maior, mas não necessariamente mais risco técnico.

Capacitação técnica da equipe executora

A equipe é outro fator crítico de sucesso e merece uma diligência à parte. Devem ser analisadas as biografias do empreendedor e de sua equipe, em especial suas realizações profissionais, seu histórico (*background*) e sua rede de relacionamento (*networking*), a fim de avaliar a possibilidade de estabelecer parcerias.

Alguns financiadores procuram equipes nas quais a visão da engenharia, a execução, a área de vendas e o empreendedorismo estejam integrados e alinhados. Uma equipe de empreendedores típica consiste de pelo menos duas pessoas: uma deve ter um perfil técnico forte, compreendendo toda a lógica por trás da tecnologia e a dinâmica da indústria ao seu redor; outra deve ser orientada para vendas, gestão do negócio, relacionamento com clientes, parceiros e empregados.

Enquanto bons empreendedores/ fundadores são capazes de reexaminar suas hipóteses e mudar totalmente o rumo de suas ações até encontrar o caminho correto, espera-se que quem gerencie o negócio em uma fase madura atenha-se a modelos de negócios bem definidos. Dessa forma, usualmente a pessoa que gerencia a empresa em estágios iniciais não é tão eficiente quanto gerentes profissionais (executivos de mercado) podem sê-lo em estágios avançados, porque um conjunto diferente de habilidades é exigido. Dessa forma, a análise do principal executivo e da equipe de administração é um processo fundamental. É necessário analisar a qualidade das pessoas que eles atraem, suas tendências, seus pontos fortes e fracos. Parte dessa análise é mais subjetiva, com base na experiência do analista.

Análises Financeiras e de Retorno e Risco

A análise das demonstrações pode ser interessante para analisar o bom senso do empreendedor e a consistência com as necessidades operacionais do negócio.

O tempo correto (*timing*) é um fator crítico de sucesso para o investimento porque é um forte direcionador da taxa de retorno financeiro obtida, mas acertar o momento correto não é uma tarefa fácil. Na realidade, é difícil quantificar a relação risco-retorno dos investimentos, mas esta é a lógica que permeia as decisões.

Alguns projetos podem se parecer bastante atrativos e apresentar retorno elevado. Além disso, os projetos dependem essencialmente: do esforço do empreendedor para executar o projeto, incluindo suas competências e da própria equipe e da qualidade intrínseca do projeto, levando-se em consideração o mercado e as tecnologias empregadas.

Todavia, ressalta-se que os projetos são mais atraentes ou viáveis para determinados grupos de investidores do que para outros grupos, dependendo da capacidade deste investidor de analisar o negócio sob os aspectos apresentados: estratégia, mercado e equipe.

Algumas entidades utilizam as demonstrações financeiras apenas para aprender sobre a equipe de administração da empresa. Nesse contexto, não interessa muito o valor da receita, mas a lógica que estabeleceu cada número ali e o grau de confiança com que a equipe o defende. Já outras, olham primeiro para o modelo de despesas. Quanto dinheiro é preciso para que o negócio chegue ao ponto de equilíbrio?

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DO MÉTODO

5.1 - Considerações Gerais

A decisão de escolha de investimento em projetos por parte de instituições financiadoras envolve, por vezes, objetivos conflitantes e vários intervenientes, dificultando o processo. A atividade de apoio à decisão tem por finalidade a elaboração de pareceres ou recomendações que contribuam mais decisivamente para o esclarecimento das questões que o próprio processo de decisão levanta aos seus intervenientes.

Conforme mencionado anteriormente, o processo de apoio à decisão multicritério é constituído por duas fases bem definidas, mas intrinsecamente ligadas: uma fase, a estruturação, que trata da formulação, do entendimento do problema e da identificação do objetivo principal do processo de avaliação e a outra fase, a de avaliação propriamente dita, que se poderá apelidar de fase de síntese, cuja finalidade é esclarecer a "escolha" (Bana e Costa, 1992). Essa fase, no presente estudo não foi delimitada em função das dificuldades inerentes ao processo em encontrar limites claros, dificuldade essa corroborada pela teoria.

A fase de estruturação ou formulação do problema, cujo resultado operacional é o modelo de avaliação, pode ser considerada a mais importante no processo de apoio à decisão. Estruturar um problema de maneira adequada é tarefa que está estreitamente relacionada à habilidade dos atores envolvidos, principalmente do facilitador.

Esta fase apresenta duas grandes dificuldades: definição adequada do problema ou do conjunto de problemas apresentados e a tradução dos valores dos elementos intervenientes em hipóteses que validem a aplicação de procedimentos analíticos para apoiar a tomada de decisão. Na verdade, o reconhecimento do problema e sua correta especificação é questão crucial e passou a ser, nas últimas décadas, a principal preocupação dos estudiosos. A solução de problemas passa a ser vista como um ponto no processo de apoio à decisão, que tem como linha principal a fase de estruturação.

Na estruturação procura-se construir um modelo que permita a avaliação de ações alternativas. Um modelo, conforme dito, é uma simplificação da realidade e, neste caso, o modelo de avaliação procura descrever um processo de decisão, baseado num conjunto de percepções que são sugeridas e testadas ao longo do processo de apoio à decisão, com base na interpretação dos decisores, procurando tornar a decisão clara e susceptível à análise.

Os Métodos de seleção de projetos encontram-se divididos em diversas categorias tais como programação linear, modelos económicos (valor presente líquido, taxa de retorno, etc), métodos interativos diversos e análise de decisão. Entretanto, poucos métodos ganharam ampla aceitação no mundo real. A recente tendência é a combinação de diferentes métodos de forma integrada adequando a uma situação particular. Por essa razão, optamos por um método híbrido para fins do presente trabalho onde será utilizado o método de análise hierárquica de processos (AHP) combinado com a abordagem Fuzzy.

5.2 - Estruturação do Modelo

Foram obtidos para a realização do presente trabalho, em uma instituição financiadora pública, cinco projetos que foram submetidos a avaliação por meio de uma convocação via edital. Os cinco projetos foram aprovados por uma equipe de avaliadores composta de pessoal interno e consultores externos, com amplo conhecimento na área tema. Esses projetos receberam uma determinada pontuação e foram ordenados de acordo com essa pontuação e receberam os recursos de acordo com a disponibilidade financeira da instituição.

A área em que esses projetos se enquadram é a de tecnologia da informação (TI). Em linhas gerais, tratam-se de projetos de desenvolvimento de software e alguns deles apresentam ainda desenvolvimento de hardware para aplicações utilizadas em dispositivos de tecnologia móvel. As empresas proponentes basicamente são empresas de pequeno e médio porte com grande capacidade de geração e criação de ideias e conteúdo digital.

Os projetos encontram-se elencados abaixo e descritos em linhas gerais, uma vez que foi pedida a preservação do sigilo.

Projeto 1: Desenvolvimento de software embarcado voltado para informações e orientações ao turista.

Projeto 2: Software para Programação Intuitiva de Sistemas de Controle para Projetos Interdisciplinares de Ensino Fundamental e Médio.

Projeto 3: Software de identificação multi-biométrica: impressões digitais, reconhecimento facial, reconhecimento de assinaturas e reconhecimento de voz.

Projeto 4: Sistema Informatizado de Extração de Dados e Utilização Inteligente das Informações para o Setor da Saúde.

Projeto 5: Sistema de informação baseado em tecnologia de computação móvel, sobre protocolo de internet para fornecimento de informações policiais para o combate ao crime.

Para o processo de estruturação, foi montada uma equipe, com um grupo de profissionais que atua como consultores para empresas que busca financiamento para seus projetos em instituições públicas e privadas. Esses profissionais possuem grande capacitação técnica e perfil multidisciplinar, com conhecimentos na área foco dos projetos (TI) e conhecimentos abrangentes no que se refere ao mercado e a questões ligadas ao plano de negócios.

No quadro 2 encontra-se o perfil dos profissionais envolvidos, cujos nomes foram omitidos em função do sigilo solicitado.

Profissionais	Perfil
P1	MBA em gestão de negócios, analista de sistema e gerente de projetos. Profissional da área de serviços de TI.
P2	Mestre em administração de empresas. Atua como consultor na área de gestão de serviços em diversos tipos de empresas
P3	Engenheiro de telecomunicações, PMP, gerente de projetos, consultor de empresas na área de Telecom.
P4	Mestre em administração de empresas. Consultor de empresas na área financeira.
P5	Mestre e bacharel em administração pública. Professor e consultor na área de desenvolvimento de negócios.
P6	Engenheiro de produção, pós-graduação em marketing. Especializado em sistemas de CRM e consultor de empresas.

Quadro 1- Perfil dos profissionais avaliadores

Para a estruturação do modelo, inicialmente, faz-se necessário o processo de seleção e estruturação dos critérios a serem avaliados.

Na literatura encontramos diversos modelos de seleção de projetos para a montagem do portfólio de uma determinada organização, baseados nos quesitos de atratividade e competitividade. Entretanto, para o caso de concessão de financiamentos, não foi encontrado um modelo de referência que pudesse embasar o presente estudo, o que reforça ainda mais a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a questão.

Dessa forma, para elaborar a estrutura de decisão, foi feito um levantamento em algumas das instituições financiadoras públicas citadas e em algumas instituições privadas, além das sugestões fornecidas pelo grupo de trabalho. Observou-se que os critérios utilizados para um ou outro grupo, público ou privado, não possuem diferenciação significativa, mas apenas no grau de importância que é dado com vistas ao atendimento das expectativas dos stakeholders. Foi verificado, ainda, que esses critérios vem sofrendo uma mudança e adequação ao longo do tempo numa tentativa dessas instituições de se adequarem mais fortemente a realidade das empresas e a dinâmica do mercado. Esses diversos critérios foram coletados, selecionados e organizados em

objetivos. Os objetivos foram classificados em quatro aspectos ou pontos de vistas elementares (PVE): Atendimento aos requisitos, Benefícios, Execução, Risco e Inovação

O primeiro abrange os aspectos referentes à documentação, demonstrativos contábeis e enquadramento da empresa proponente e do projeto dentro das características básicas exigidas. Esses aspectos envolvem mais questões burocráticas e jurídicas e são avaliados por um grupo de especialistas com perfil basicamente jurídico e administrativo.

Os demais pontos de vista envolvem os aspectos técnicos e que são tratados por um grupo de especialistas com perfil multidisciplinar, porém com ênfase na área a qual o projeto está classificado. O foco do presente trabalho foi direcionado para este ponto de vista em função de ser o que envolve maiores questionamentos. Esses aspectos encontram-se descritos abaixo:

- 1- **Benefícios:** Os benefícios se referem aos ganhos potencialmente obtidos pelo produto ou serviço, ou seja, toda consequência positiva que pode ser gerada direta ou indiretamente pelo projeto que pode resultar em favorecimento para a sociedade, para a empresa executora, parceiros e para a economia em geral.
- 2- **Execução:** Se refere a capacidade de o proponente empreender o que está sendo proposto. Está relacionado aos recursos internos aos quais o proponente possui a gerência e a capacidade de interferir e também aqueles fatores em que a empresa não possui o domínio, como o mercado por exemplo.
- 3- **Risco:** O retorno e o risco encontram-se diretamente relacionados onde o primeiro se refere basicamente as questões de mercado e os ganhos potencialmente obtidos pelo produto ou serviço. O risco se refere aos elementos de incerteza associados ao projeto, principalmente em se tratando de projetos com características inovadoras. A percepção do risco

carrega um alto grau de subjetividade na avaliação e está intrinsicamente relacionado ao perfil técnico e psicológico do avaliador

- 4- **Inovação:** O aspecto inovação é essencial para se avaliar as possibilidades do produto ou serviço em contribuir para mudanças mais profundas em termos de desenvolvimento e competitividade para o país. É preciso avaliar se a proposição trata de uma melhoria incremental ou uma mudança mais radical. Nesse segundo caso, uma questão importante a se observar, é o dilema que pode existir pois, uma mudança radical que represente uma ruptura do paradigma existente, pode ser uma grande contribuição técnico-científica, porém em termos de mercado pode representar um grande fracasso por não haver uma aceitação imediata ou requerer excessivos investimentos para sua colocação ao público. Esse aspecto entretanto é de fundamental importância quando se trata da avaliação por entidades públicas, visto que essa é uma questão estratégica para o país.

A estrutura de decisão elaborada encontra-se na figura 8.

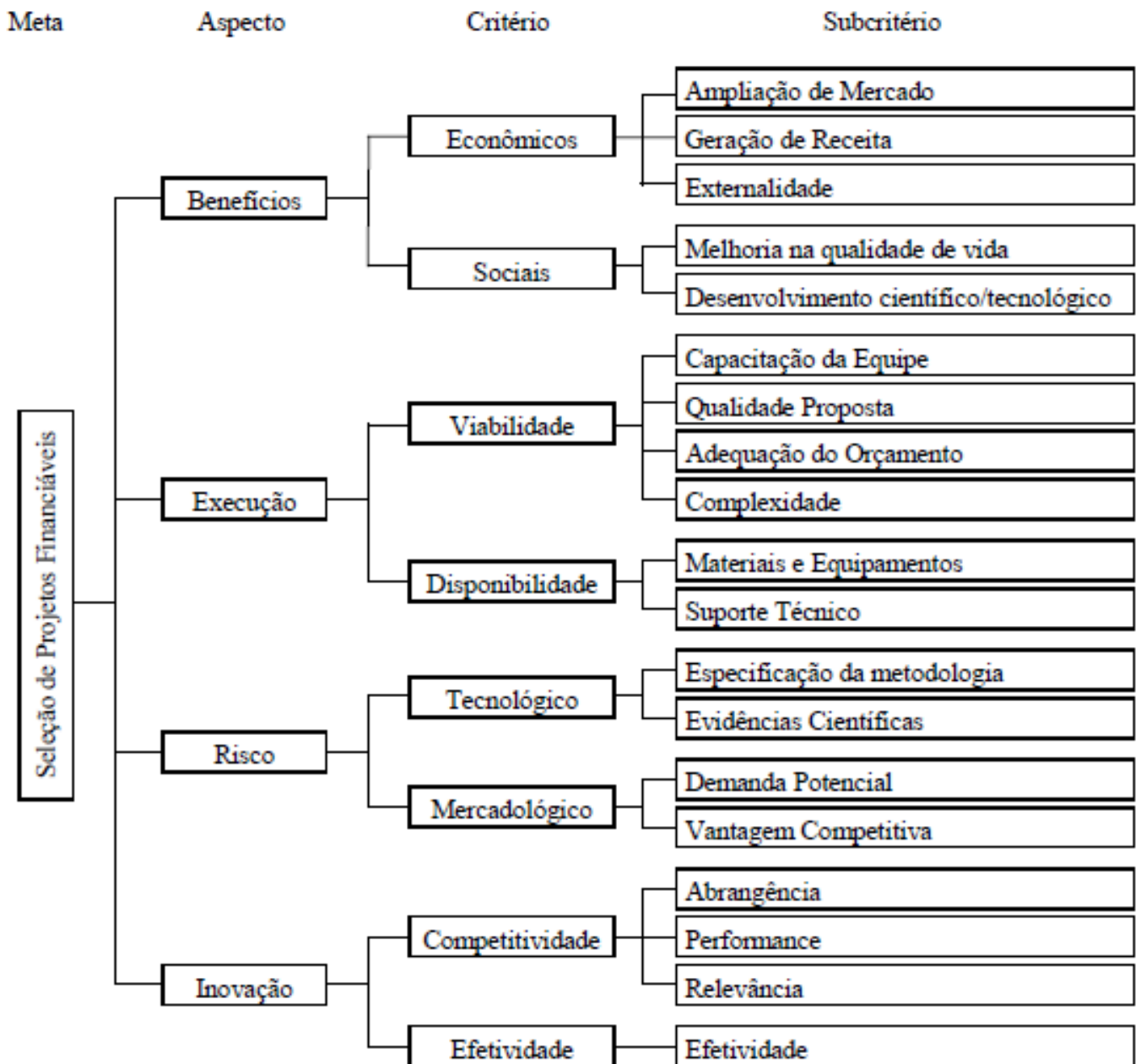


Figura 8- Árvore de Decisão

No terceiro nível da árvore de decisão foram elencados os critérios para os aspectos envolvidos e no quarto nível encontram-se os subcritérios descritos no quadro 2 abaixo com a respectiva numeração que será futuramente referenciada.

Quadro 2 – Definição dos critérios de seleção e priorização dos projetos (continua)

Subcritérios	Descrição
1- Geração de receitas	Capacidade de o produto ou serviço gerar retorno financeiro sustentável quando da colocação no mercado
2- Ampliação do mercado	Capacidade de o produto ou serviço ser capaz de gerar um aumento na demanda ou mesmo de criar um novo mercado
3- Externalidades	São os efeitos, no caso positivos, que o projeto poderá ter em outras áreas, ou mesmo desmembramentos que ele poderá ter, mas que não foram inicialmente previsto. As externalidades não fazem parte do escopo do projeto, mas devem ser mencionadas a fim de se demonstrar uma visão ampliada do contexto.
4- Melhoria na qualidade de vida	Capacidade de o produto ou serviço ou mesmo a tecnologia desenvolvida gerar impactos positivos na qualidade de vida da população
5- Desenvolvimento tecnológico e científico	O projeto ser capaz de contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país.
6-. Capacitação da equipe	Avaliar se a equipe executora está tecnicamente capacitada para desenvolver o produto/serviço proposto
7-. Qualidade da proposta	Clareza na exposição das ideias e metas. Bom planejamento das etapas e do gerenciamento dos recursos
8- Adequação do orçamento	Se o orçamento proposto e o montante de gastos previsto estão coerente e são é capaz de suprir as necessidades do projeto.
9- Complexidade	A complexidade envolve as dificuldades na elaboração. É avaliada em termos da disponibilidade do conhecimento.

Quadro 2 – Definição dos critérios de seleção e priorização dos projetos (continuação)

Subcritérios	Descrição
10- Materiais / equipamentos	Disponibilidade dos materiais e equipamentos a serem utilizados, no país ou possibilidade de importar, se necessário.
11- Suporte técnico	Existência de empresas ou pessoal qualificado para apoio ao desenvolvimento.
12- especificação da metodologia	O detalhamento da metodologia vai demonstrar o conhecimento necessário e a capacidade da equipe condutora em empreender o projeto com sucesso.
13- Evidências científicas	Embasamento técnico-científico ou estudos que demonstrem a factibilidade do produto/ serviço proposto.
14- Demanda potencial	Deve ser avaliado o mercado a que se destina a solução e a capacidade desse absorver o novo produto/ serviço.
15- Vantagem competitiva	As características do produto/ serviço que podem dar a ele vantagem em relação aos concorrentes, como o domínio de uma nova tecnologia por exemplo.
16. Relevância	O produto ou serviço a ser desenvolvido é relevante ou capaz de provocar mudanças no mercado e/ou na sociedade.
17. Performance	A performance se refere ao desempenho do produto em comparação aos concorrentes.
18. Abrangência	A abrangência diz respeito a capacidade de o projeto possibilitar novos avanços tecnológicos na área proposta. Está diretamente ligada ao seu grau de inovação.
19. Efetividade	Capacidade de trazer solução aos problemas propostos pelos financiadores que não são atendidos atualmente por outras alternativas

Após a validação dos critérios por cada decisor, foi pedido que os avaliassem par a par dentro de uma escala de 1 a 9 em conformidade com a tabela de Saaty exposta no quadro 3.

Quadro 3 – comparações do AHP (Fonte: Saaty, 1991)

Intensidade de importância	Escala verbal	Explicação
1	Alternativas iguais	As 2 alternativas contribuem igualmente
3	Uma é pouco melhor que a outra	O julgamento favorece levemente uma alternativa em relação a outra
5	Uma é melhor que a outra	O julgamento favorece fortemente uma alternativa em relação a outra
7	Uma é muito melhor que a outra	O julgamento favorece mais fortemente uma alternativa em relação a outra
9	Extrema importância em relação a outra	A evidência favorece uma alternativa em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, e 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre as duas definições

Para maior abrangência, optamos por avaliar os critérios sob a ótica das iniciativas pública e privada. Para tanto, dividimos os decisores em dois grupos, o que foi possível em função dos perfis dos profissionais envolvidos. Para cada grupo, foi solicitado que fizesse a comparação de cada critério par a par, respondendo de acordo com a escala acima o quanto um critério é mais importante em relação ao outro para a seleção dos projetos.

As comparações para a par de cada critério foram então tabuladas na matriz de comparação e calculado o peso relativo normalizado dividindo cada elemento da matriz com a soma de suas colunas, conforme demonstrado no capítulo 3.2.

Fazendo a média das linhas, obtivemos o vetor prioridade **W** ou **Eigen Vetor**, o qual demonstra os pesos relativos de cada critério que está sendo comparado. Dessa forma obtivemos a matriz para os pesos relativos dos critérios / subcritérios.

Os cálculos foram feitos com o auxílio de macros em Excel e os valores obtidos encontram-se na quadro 4.

Quadro 4: Pesos dos critérios / subcritérios pelas iniciativas públicas e privadas (continua)

Critérios / sub-critérios	Iniciativa pública	Iniciativa privada
Benefícios econômicos	0,083	0,132
Ampliação de mercado	0,028	0,062
Geração de receita	0,041	0,053
Externalidades	0,014	0,017
Benefícios sociais	0,066	0,021
Melhoria na qualidade de vida	0,029	0,009
Desenvolvimento científico e tecnológico	0,037	0,012
Viabilidade	0,189	0,203
Capacitação da equipe	0,066	0,069
Qualidade da proposta	0,028	0,029
Adequação do orçamento	0,034	0,032
Complexidade	0,060	0,073
Disponibilidade de recursos	0,105	0,072
Materiais e equipamentos	0,044	0,041
Suporte técnico	0,061	0,031
Risco tecnológico	0,137	0,151
Especificação da metodologia	0,065	0,065
Evidências científicas	0,072	0,086

Quadro 4: Pesos dos critérios / subcritérios pelas iniciativas públicas e privadas (continuação)

Critérios / sub-critérios	Iniciativa pública	Iniciativa privada
Risco mercadológico	0,121	0,187
Demanda potencial	0,058	0,081
Vantagem competitiva	0,063	0,106
Competitividade	0,183	0,191
Relevância	0,078	0,077
Abrangência	0,071	0,053
Performance	0,034	0,061
Efetividade	0,116	0,043

A análise do coeficiente de consistência foi calculado através da fórmula:

$$C.I. = \lambda_{max} - n / (n-1),$$

Onde n é o tamanho da matriz e λ_{max} é o *valor principal Eigen*, o qual é obtido através da soma dos produtos entre cada elemento do vetor principal com a soma das colunas da matriz recíproca.

Como os coeficientes de consistência ficaram abaixo de 0,1 , entendemos que os valores foram consistentes.

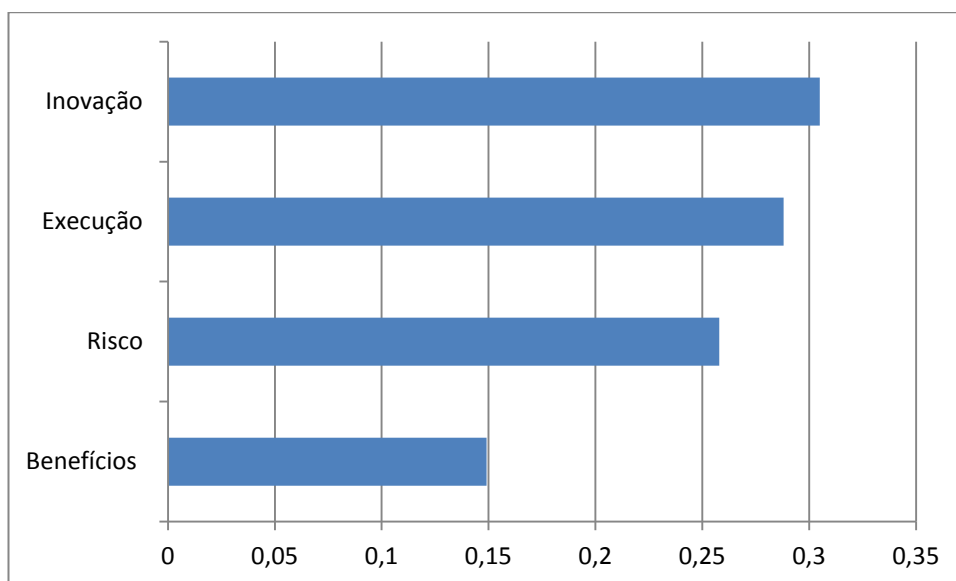


Figura 9 - Pesos dos aspectos obtidos pela ótica pública

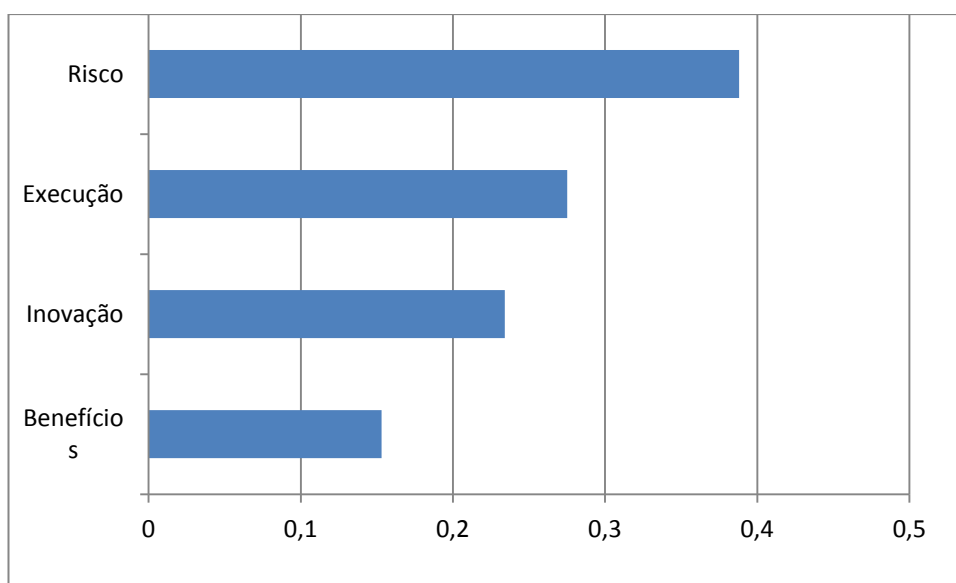


Figura 10 - Pesos dos aspectos obtidos pela ótica privada

Podemos observar que os aspectos mais relevantes pela ótica pública são os que se referem a inovação com um peso de 0,305, isto reflete o fato de que o grande foco na área pública para a adequação de projetos é o quesito inovação pois trata-se de uma questão estratégica para o país. Em seguida vem o aspecto execução visto que demonstra a preocupação com a capacidade de a empresa ter condições de conduzir o projeto a contento. Em terceiro lugar está o aspecto risco, nesse ponto deve-se observar que o critério risco tecnológico apresenta um maior peso sob a ótica pública do que o

mercadológico. Na verdade esse aspecto é avaliado de uma maneira diferenciada pelas óticas públicas e privadas. Na primeira é considerado que um alto risco tecnológico representa um ponto positivo na aprovação do projeto, visto que, para esses financiadores, um de seus papéis principais é justamente assumir esse tipo de risco e quanto maior for esse, mais desafiador é o projeto.

Já sob a ótica privada a abordagem é contrária, ou seja, quanto maior esse risco menor é aceitação do projeto. Para essa ótica, o critério considerado mais importante é o risco, o que enfatiza a ideia de que os investidores privados são avessos ao risco e que um alto grau de incerteza em um projeto não é interessante. Em segundo lugar está o aspecto execução, seguida pelo aspecto inovação, visto que esse aspecto pode oferecer uma diferenciação no mercado, favorecendo uma maior competitividade. Por último, da mesma forma que na pública encontra-se o aspecto benefícios, sendo que o critério econômico apresenta um peso substancialmente maior que o social.

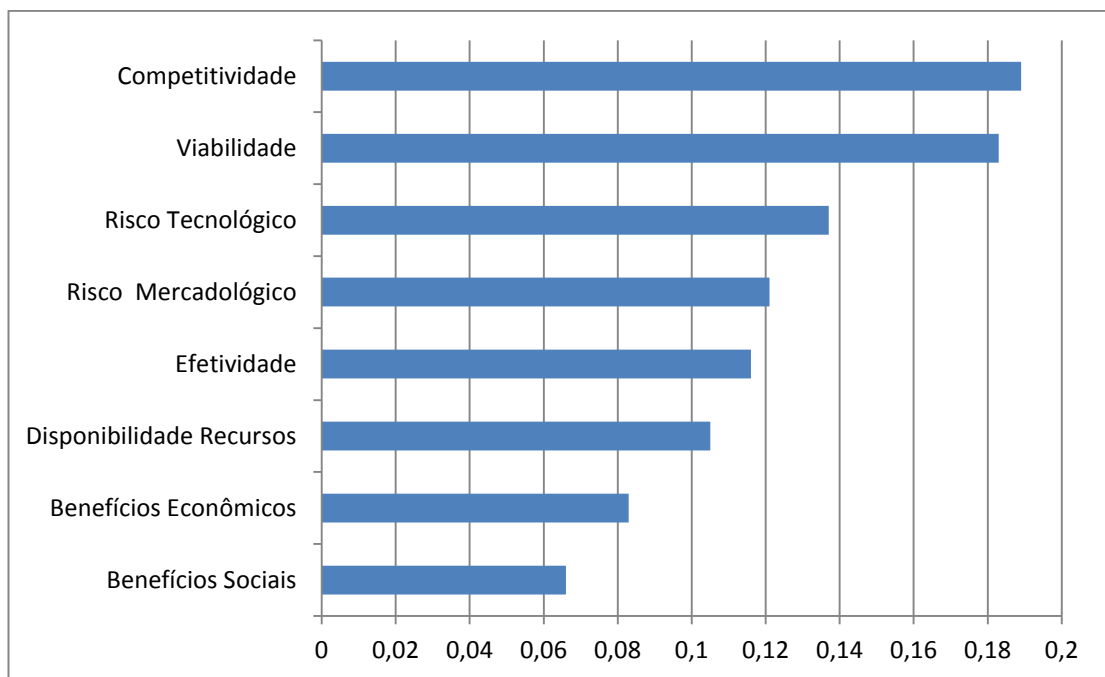


Figura 11- Pesos dos critérios obtidos pela ótica pública

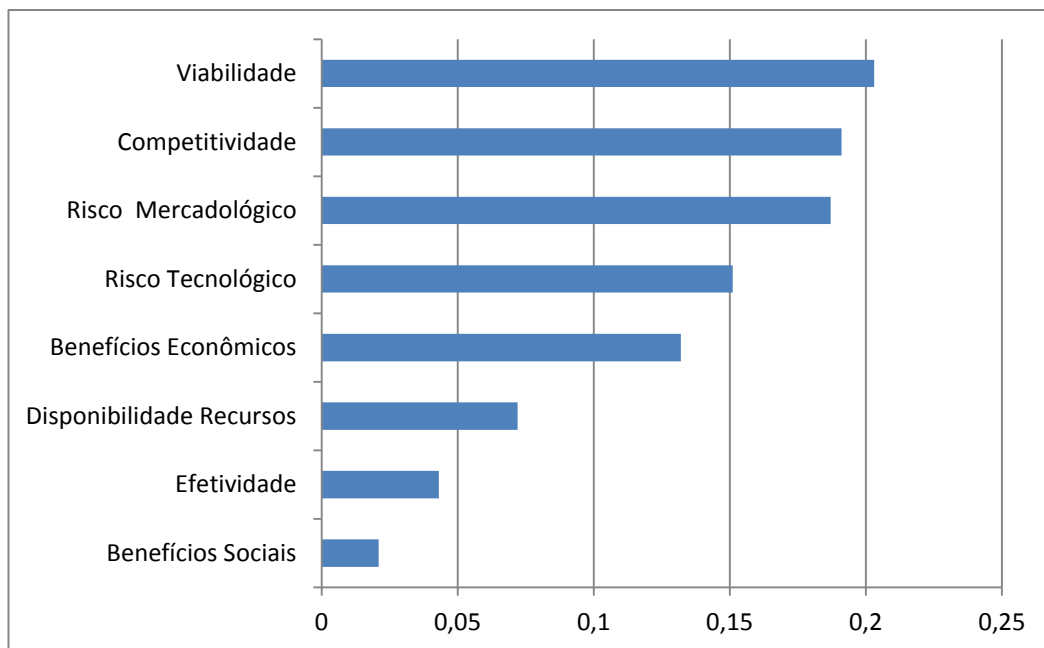


Figura 12- Pesos dos critérios obtidos pela ótica privada

Como se pode verificar, o critério considerado mais importante para a seleção de projetos tanto pela ótica pública quanto pela privada foi viabilidade, com pesos de 0,189 e 0,203, respectivamente, demonstrando que a principal preocupação dos decisores quando da concessão do financiamento é o fato de o projeto ter condições de ser efetivamente implementado. O segundo critério em ordem de importância para os decisores foi o de competitividade também para os dois grupos. Já o terceiro critério mais importante sob a ótica pública é o risco tecnológico contrastando com a ótica privada que elegeu o risco mercadológico.

Na etapa seguinte, submetemos os cinco projetos à análise do grupo de especialistas e foi solicitado que avaliassem de acordo com os critérios estabelecidos. A abordagem fuzzy é utilizada para pontuar os julgamentos subjetivos dos examinadores para a performance de valor de cada projeto.

Utilizamos um conjunto de números triangulares fuzzy (TFN) com escala de 0-100 para representar os valores. Os decisores primeiro avaliaram as pontuações para as variáveis linguísticas e depois procederam ao julgamento. Foram utilizados cinco níveis de variáveis linguísticas conforme apresentado no quadro 13:

Muito alto	(80,90,100)	Atende amplamente aos requisitos
Alto	(55,70,85)	Atende aos requisitos
moderado	(35,50,65)	Atende aos requisitos, mas não totalmente. Apresenta restrições
Baixo	(20,35,45)	Atende vagamente aos requisitos.
Muito Baixo	(0,15,25)	Não atende ou praticamente não atende aos requisitos

Quadro 13 - Escala de valores fuzzy para as variáveis linguísticas

Cada decisor, em um questionário fez a avaliação de cada um dos critérios para cada um dos projetos de acordo com a tabela de valores linguísticos. Suas pontuações encontram-se nos quadros 14, 15, 16, 17 e 18. Uma vez que cada avaliador tem uma preferência diferente, a equação $\tilde{E}_{ij} = \sum \tilde{E}_{ij} \times 1/n$ é usada para agregar seus julgamentos subjetivos.

Quadro 14 – Pontuação Fuzzy para cada critério para o Projeto1

Critérios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Total(\tilde{E}_t)= $\sum \tilde{E}_{ij} \times 1/n$
C1	35, 50, 65	20, 35, 45	35, 50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	20,35, 45	27.50, 42.5, 55.00
C2	20, 35, 45	20, 35, 45	35, 50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	35, 50, 65	27.50, 42.5, 55.00
C3	20, 35, 45	35, 50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	55, 70, 85	35, 50, 65	39.17, 54.17, 68.33
C4	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	35, 50, 65	55, 70, 85	20, 35, 45	36.67, 48.33, 61.67
C5	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	30.83, 45.83, 61.67
C6	80, 90, 100	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	71.67, 83.33, 95,00
C7	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C8	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C9	55,70, 85	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	36.67, 48.33, 61.67
C10	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80.00, 90.00, 100.00
C11	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C12	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C13	55, 70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	55,70, 85	35, 50, 65	35, 50, 65	45.00, 60.00, 75.00
C14	35, 50, 65	55,70, 85	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	45.00, 60.00, 75.00
C15	20, 35, 45	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	39.17, 54.17, 68.33
C16	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	35.83, 50.83, 65.00
C17	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	41.67, 35.67, 71.67
C18	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	20, 35, 45	20, 35, 45	25.00, 40.00, 51.67
C19	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	20, 35, 45	0, 15, 25	21.67, 36.67, 48.33

Quadro 15 – Pontuação Fuzzy para cada critério para o Projeto 2

Critérios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Total(\tilde{E}_t)= $\sum \tilde{E}_{tj} \times 1/n$
C1	0, 15, 25	0, 15, 25	0,15, 25	20,35, 45	0,15, 25	20,35, 45	6.67, 21.67, 31.67
C2	20, 35, 45	20, 35, 45	35, 50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	0,15, 25	21.67, 36.67, 48.33
C3	20,35, 45	0, 15, 25	0,15, 25	0, 15, 25	0,15, 25	20,35, 45	6.67, 21.67, 31.67
C4	55,70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	67.50, 80.00, 92.50
C5	55,70, 85	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C6	80, 90, 100	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	71.67, 83.33, 95,00
C7	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C8	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	55,70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C9	55,70, 85	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	36.67, 48.33, 61.67
C10	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	75.83, 86.67, 97.50
C11	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	55, 70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C12	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C13	55, 70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	55,70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	48.33, 63.33, 78.33
C14	35, 50, 65	55,70, 85	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	45.00, 60.00, 75.00
C15	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	55,70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C16	55,70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	39.17, 54.17, 68.33
C17	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	41.67, 56.67, 71.67
C18	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	80, 90, 100	55, 70, 85	67.50, 80.00, 92.50
C19	35, 50, 65	35,50,65	55,70,85	35, 50, 65	55, 70,85	55,70, 85	45.00, 60.00, 75.00

Quadro 16 – Pontuação Fuzzy para cada critério para o Projeto 3

Critérios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Total(\tilde{E}_t)= $\sum \tilde{E}_{tj} \times 1/n$
C1	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C2	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C3	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	36.67, 48.33, 61.67
C4	20, 35, 45	20,35, 45	20, 35, 45	0, 15, 25	20,35, 45	0, 15, 25	13.33, 28.33, 38.33
C5	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	36.67, 48.33, 61.67
C6	55, 70, 85	35, 50, 65	35, 50, 65	55, 70, 85	55, 70, 85	35, 50, 65	45.00, 60.00, 75.00
C7	55, 70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55, 70, 85	35, 50, 65	45.00, 60.00, 75.00
C8	80, 90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	71.67, 83.33, 95,00
C9	55, 70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	63.33, 76.67, 90.00
C10	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80.00, 90.00, 100.00
C11	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	71.67, 83.33, 95,00
C12	55, 70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55, 70, 85	35, 50, 65	45.00, 60.00, 75.00
C13	55, 70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	55,70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C14	55, 70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C15	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	55,70, 85	45.00, 60.00, 75.00
C16	55,70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	39.17, 54.17, 68.33
C17	35, 50, 65	55,70, 85	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	45.00, 60.00, 75.00
C18	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	20, 35, 45	20, 35, 45	27.50, 42.50, 55.00
C19	55,70,85	55, 70, 80	35,50,65	55,70,80	55,70,80	35,50, 65	48.33, 63.33, 78.33

Quadro 17 – Pontuação Fuzzy para cada critério para o Projeto 4

Critérios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Total(\tilde{E}_t)= $\sum \tilde{E}_{tj} \times 1/n$
C1	0, 15, 25	0, 15, 25	0,15, 25	20,35, 45	0,15, 25	20,35, 45	6.67, 21.67, 31.67
C2	20, 35, 45	20, 35, 45	35, 50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	35, 50, 65	27.50, 42.50, 55.00
C3	0, 15, 25	0, 15, 25	0,15, 25	20,35, 45	0,15, 25	20,35, 45	6.67, 21.67, 31.67
C4	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80.00, 90.00, 100.00
C5	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	34.17, 43.33, 61.67
C6	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C7	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C8	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C9	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C10	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80.00, 90.00, 100.00
C11	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	75.83, 86.67, 97.50
C12	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50
C13	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	20, 35, 45	20, 35, 45	25.00, 40.00, 51.67
C14	35, 50, 65	20, 35, 45	20, 35, 45	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	27.50, 42.50, 55.00
C15	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	20, 35, 45	0, 15, 25	25.00, 36.67, 48.33
C16	35, 50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	35,50, 65	35, 50, 65	20, 35, 45	30.00, 45.00, 58.33
C17	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	55,70, 85	35, 50, 65	41.67, 56.67, 71.67
C18	20, 35, 45	20, 35, 45	20, 35, 45	20, 35, 45	20, 35, 45	0, 15, 25	16.67, 31.67, 41.67
C19	55,70, 85	35,50,65	35, 50, 65	35,50,65	55,70,85	55,70, 85	45.00, 60.00, 75.00

Quadro 18 – Pontuação Fuzzy para cada critério para o Projeto 5

Critérios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Total(\tilde{E}_t)= $\sum \tilde{E}_{tj} \times 1/n$
C1	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80.00, 90.00, 100.00
C2	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	80, 90, 100	75.83, 86.67, 97.50
C3	80, 90, 100	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	71.67, 83.33, 95,00
C4	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	35, 50, 65	55, 70, 85	20, 35, 45	36.67, 51.67, 65.00
C5	20, 35, 45	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	30.83, 45.83, 61.67
C6	80, 90, 100	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	71.67, 83.33, 95,00
C7	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C8	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	55, 70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C9	55,70, 85	35, 50, 65	20, 35, 45	55, 70, 85	20,35, 65	35, 50,65	36.67, 51.67, 68.33
C10	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	20, 35, 45	57.50, 70.83, 83.33
C11	55, 70, 85	20, 35, 45	55, 70, 85	55, 70, 85	55, 70, 85	20, 35, 45	36.67, 58.33, 71.67
C12	35, 50, 65	35, 50, 65	55,70, 85	35,50, 65	35, 50, 65	35, 50, 65	38.33, 53.33, 68.33
C13	55, 70, 85	55, 70, 85	55,70, 85	55,70, 85	35, 50, 65	55,70, 85	51.67, 66.67, 81.67
C14	80, 90, 100	55,70, 85	55,70, 85	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	63.33, 76.67, 90.00
C15	80, 90, 100	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	71.67, 83.33, 95.00
C16	55,70, 85	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	67.50, 80.00, 92.50
C17	55,70, 85	55,70,85	80,90, 100	80, 90, 100	55,70, 85	80, 90,100	67.50, 80.00, 92.50
C18	55,70, 85	55,70,85	55,70, 85	80, 90, 100	55,70, 85	55,70, 85	59.17, 73.33, 87.50
C19	55, 70, 85	80, 90, 100	80, 90, 100	55, 70, 85	55, 70, 85	80, 90, 100	67.50, 80.00, 92.50

Os pesos dos critérios obtidos pelo método AHP (W_i), foram então integrados aos valores de performance fuzzy através da seguinte operação.

$$\check{R}_i = \check{E}_{ij} * W_i, i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

Onde * significa uma multiplicação fuzzy, a qual é feita da seguinte forma:

$$R_i = (LR_i; MR_i; UR_i), \forall i$$

$$LR_i = \sum_{j=1}^n LE_{ij} \times w_j$$

$$MR_i = \sum_{j=1}^n ME_{ij} \times w_j$$

$$UR_i = \sum_{j=1}^n UE_{ij} \times w_j$$

Foram obtidos os seguintes valores do quadro 19 aplicando a operação fuzzy para agregar as performances de cada critério com seu respectivo peso .

Quadro 19- Agregação dos valores fuzzy aos pesos dos critérios

Critérios	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5
Benefícios econômicos	2.61, 3.85, 4.93	0.97, 2.21, 3.09	4.75, 5.76, 6.83	1.13, 2.55, 3.27	6.23, 7.19, 8.09
Benefícios sociais	2.23, 3.10, 4.07	4.32, 5.17, 6.02	1.65, 2.53, 3.30	3.77, 4.40, 5.34	2.23, 3.22, 4.18
Viabilidade	9.79, 11.12, 14.52	9.61, 11.97, 14.41	9.68, 12.81, 15.33	9.68, 12.20, 14.72	9.61, 12.12, 14.71
Disponibilidade	7.74, 8.93, 10.11	7.31, 8.58, 9.84	7.96, 9.10, 10.24	8.18, 9.8, 10.37	4.94, 6.78, 8.14
Risco tecnológico	5.70, 7.76, 9.82	5.94, 7.99, 10.05	7.71, 9.59, 11.47	6.34, 8.22, 9.88	6.17, 8.22, 10.28
Risco mercadológico	5.09, 6.90, 8.67	6.55, 8.27, 9.98	6.55, 8.27, 9.98	3.18, 4.79, 6.25	8.17, 9.68, 11.19
Competitividade	6.46, 7.97, 11.87	9.35, 12.02, 14.65	7.04, 9.87, 12.49	5.57, 8.4, 10.82	12.3, 14.70, 17.17
Efetividade	2.51, 4.25, 5.61	5.22, 6.96, 8.70	5.60, 7.35, 9.09	5.22, 6.96, 8.70	7.83, 9.28, 10.73

Faz-se necessário transformar esses valores em número não-fuzzy para efetuar a classificação dos projetos. Um método bastante utilizado para defuzzificação em pesquisas para seleção de alternativas é determinar o valor do BNP – Best Non-fuzzy performance. Utilizamos o método do centro de área (COA) para defuzzificação por ser um método simples e prático. O valor de BNP foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$BNP_i = LR_i + [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)] / 3, \forall i$$

Utilizando a fórmula acima obtivemos os seguintes valores do quadro 20 para os critérios em cada projeto

Quadro – Pontuação (BNP) dos critérios obtida para cada projeto

Crítérios	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5
Benefícios econômicos	3.69	2.21	5.82	1.85	7.19
Benefícios sociais	3.10	5.17	2.42	4.71	3.19
Viabilidade	13.26	12.05	12.81	12.20	12.20
Disponibilidade	8.92	8.57	9.10	8.75	6.30
Risco tecnológico	7.76	8.00	9.59	8.00	8.23
Risco mercadológico	6.90	8.26	8.26	4.64	9.68
Competitividade	10.36	11.98	9.66	7.99	14.77
Efetividade	3.87	6.96	7.34	6.96	9.28
Total	57.86	63.20	65.00	55.10	70.84

Dessa forma podemos classificar os projetos em ordem de preferência, na seguinte sequência:

Classificação	pontuação
Projeto 5	70.84
Projeto 3	65.00
Projeto 2	63.20
Projeto 1	57.86
Projeto 4	55.10

Os projetos que foram utilizados no presente trabalho foram selecionados de uma lista de projetos que obtiveram financiamento por parte de uma instituição financiadora pública. Ordenamos esses projetos de acordo com a pontuação obtida nessa seleção e incluímos os pontos obtidos apenas para visualização. Não deve ser feita nenhuma comparação direta de valores com os valores resultantes do presente estudo em função de pertencerem a escalas diferentes. O quadro 21 abaixo mostra a ordenação dos projetos para as duas situações descritas.

Quadro 21- Classificação dos projetos

Classificação Fuzzy BNP	pontos	Classificação original	pontos
Projeto 5	70,84	Projeto 5	8,5
Projeto 3	65	Projeto 2	7,0
Projeto 2	63,20	Projeto 3	5,5
Projeto 1	57,86	Projeto 4	6,5
Projeto 4	55,10	Projeto 1	5,0

Podemos verificar que existe uma diferença entre as avaliações na sequência dos projetos, ou seja, com exceção do projeto número 5 todos os outros projetos obtiveram uma classificação relativa diferente. Além disso existe um distanciamento menor entre as pontuações dos projetos no presente método comparado ao método convencional, o que pode ser explicado por uma característica do próprio método o qual considera as diferenças de forma mais contínua e não pontual. Essa característica pode representar em benefício para as empresas proponentes pois pode permitir a qualificação de um maior número de projetos.

O universo avaliado é muito pequeno para se afirmar que esse resultado seja significativo da validade do método para utilização na prática ou mensurar os ganhos em relação a forma que é feita atualmente. A grande validade do estudo repousa principalmente no fato de se colocar uma abordagem científica e propor uma metodologia mais ampla que permite uma visualização e discussão da problemática existente.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesse trabalho foi estudada a questão da obtenção de recursos por parte de empresas empreendedoras por meio de projetos, o perfil dessas empresas candidatas e das entidades financiadoras. Esse estudo teve como resultado a aplicação de um método de apoio a seleção e pudemos observar que ele oferece um processo de suporte a decisão eficiente para o tratamento da questão de concessão de crédito.

Neste trabalho foi apresentada uma proposta de metodologia híbrida pra auxiliar os tomadores de decisão na seleção de projetos com vistas a obtenção de financiamento, integrando AHP e abordagem fuzzy.

Um dos benefícios do uso do AHP observado, é a facilidade de estruturar o processo de tomada de decisão através da elaboração de uma hierarquia de critérios de decisão, que podem ser tangíveis ou intangíveis aos quais se pode atribuir pesos relativos. Essa estruturação auxilia na sistematização do pensamento e permite aos decisores enxergar as alternativas de forma relativa, pois conseguem ver o conjunto de possibilidades para compor a avaliação, melhorando a qualidade da decisão.

A abordagem fuzzy, apresenta a grande vantagem de levar em consideração o julgamento intuitivo dos experts, possibilitando sua quantificação, permitindo uma melhor aproximação da realidade e fornecendo um melhor tratamento a questões que envolvem ambiguidades e preferências.

A metodologia traz como vantagem ainda, a promoção da comunicação entre as várias vertentes dada pelo variado perfil dos avaliadores. E ajuda a integrar as diferentes expectativas de grupos de interesse.

A avaliação dos pesos pela metodologia mostrou-se bastante coerente, apesar de ser um grupo “não-oficial”, uma preocupação adotada foi enfatizar a importância de opinar dentro da abordagem pedida, o que foi possível pela experiência dos decisores.

A abordagem do método e a avaliação dos resultados, principalmente na questão dos pesos dos critérios dada sob as duas óticas, pública e privada, provê uma abundância de informações que pode ser utilizada na melhoria do processo de seleção por parte do grupo financiador e na melhor adequação dos projetos por parte do grupo proponente.

A questão da seleção de projetos é bastante ampla e envolve uma série de outras questões tais como jurídicas, legais etc, que não foram abordadas aqui. Muitos estudos ainda devem ser feitos e se complementarem a esse para se ter um quadro abrangente do todo.

Uma questão muito importante que deve nortear os estudos é o fato de que na verdade sobram recursos e faltam projetos. A razão parece residir no fato de que, por um lado empresas com excelentes ideias não conseguem colocá-las de forma a atender aos critérios exigidos, por falta de entendimento desses critérios ou incapacidade de transformar as ideias em planos viáveis. E, pelo lado das instituições provedoras a existência de uma rigidez ou escassez metodológica que as impede de atingir plenamente seus objetivos.

O entendimento de que se houver uma metodologia mais explícita e clara para ambas as partes envolvidas e que leve em consideração características diversas do projeto que atualmente não são consideradas, pode trazer melhorias a esse quadro

Como sugestão para ampliar o leque de alternativas por parte dos selecionadores é uma metodologia de avaliação que seja capaz de considerar e pontuar de forma mais subjetiva e intuitiva porém científica de forma a permitir que projetos que evidenciam enorme potencial, mas que na atual metodologia seriam rejeitados, possam ser melhor pontuados.

Os critérios merecem ainda um estudo a parte posto que uma das grandes dificuldades na estruturação do modelo, foi justamente estabelecer um padrão de critérios. Houve várias discussões e mudanças na fase de elaboração da árvore de decisão para se adequar as diversas tendências e atingir um consenso, até chegar ao modelo apresentado. Esse modelo, se analisado de forma mais criteriosa, encontra-se ainda longe de ser o ideal e requer muito refinamento e maiores discussões a respeito do significado preciso e da abrangência de cada critério e da forma como ele deve ser avaliado pelo julgador. Não obstante, o modelo mostrou-se bastante válido e trouxe uma *luz* ao cenário de escassez metodológica para seleção de projetos e a partir de refinamentos e ampliações pode vir a ser utilizado na prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, Norman, FREELAND, James. Recent advances in R&D benefit measurement and project selection methods, Management Science, Vol.21, p.1164-1175, n.10, June, 1975.
- BAKER , N. R., POUND, W. H.. R and D project selection: where we stand, IEEE Transactions on Engineering Management, EM-11, december, 1964.
- BALACHANDRA, R., BROCKHOFF, Klaus K., PEARSON, Alan W.. R&D Project termination decisions:pProcesses, communication, and personal changes, Journal of Product Innovation Management, New York, v.13, p.245-256, 1996.
- BANA e COSTA, C. A., VANSNICK, J.C. MACBETH - An interactive path towards the construction of cardinal value functions, International Transactions in Operational Research, v.1, n.4, p.489-500, 1994.
- BANA e COSTA, C. A.. Structuration, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la decision, Thèse de doctorat, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, 1992.
- BAZERMAN, M. Processo decisório. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004
- BELL, D., RAIFFA, H., & TVERSKY, A. . Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- BECKHARD, R., HARRIS, R.. Organizational transitions: managing complex change, 2nd. Ed., Addison-Wesley Publishing, 1987
- BORCHERDING, K., WEBER, M. Behavioral Influences on Weight Judgements in Multiattribute Decision Making. European Journal of Operational Research, 1993, n.67, p.1-12. BUARQUE, Cristovam. Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática, Campus, 4ed., Rio de Janeiro, 1989.
- BURGELMAN, Robert A., MAIDIQUE, Modesto A., WHEELWRIGHT, Steven C.. Strategic management of technology and inovation. Irwin, 2nd ed., 923p.,1995.
- CALANTONE, Roger J., VICKERY, Shawnee K., DROGE, Cornelia. Businees performance and strategic new product development activities: an empirical investigation, Journal of Product Innovation Management, v.12, p. 214-223, 1995.
- CARDOSO, Carlos Cabral, PAYNE, Roy L.. Instrumental and supportive use of formal selection methods in R&D project selection, IEEE Transactions on Engineering Management, v.43, p.402-410, november, 1996.
- CASTILLO, Oscar; Melin, Patricia. Type-2 Fuzzy Logic: Theory and applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

- CHEN, S.J. and Hwang, C.L. Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making: Methods and Applications, Berlin: Springer, 1992.
- CLEMEN, R. T., Making hard decisions. 2. ed. Pacific Grove: Duxbury, 1996.
- COOPER, Robert G.. A process model for industrial new product development, IEEE Transactions on Engineering Management, v.30, p.2-11, 1983.
- COOPER, Robert G.. Stage -gate systems: a new tool for managing new products, Business Horizons, p.45-55, may-june, 1990.
- COOPER, Robert G., Selecting winning new product projects: using the New Prod system, Journal of Product Innovation Management, v.2, p.34-44, 1985.
- COOPER, R. G., KLEINSCHMIDT. New products: what separates winners from losers, Journal of Product Innovation Management, v.4, p.169-184, 1994.
- CORRÊA, Emerson Corlassoli. Construção de um modelo multicritérios de apoio ao processo decisório, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- COVA, C.J.G. Decisão Orçamentária Pública: uma proposta de metodologia de tomada de decisão e avaliação dos resultados. Tese de doutorado, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.
- COX, Earl. The fuzzy systems handbook: a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems . New York: AP Professional, 1994.
- ENSSLIN, Sandra. A importância da estruturação no processo decisório de problemas multicritérios complexos, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- FAHRNI, Peter, SPATIG, Martin. An application-oriented guide to R&D project selection and evaluation methods, R&D Management, vol.20, p.155-171, 1990.
- GINSBERG, Ari. New age strategic planning: bridging theory and practice, Long Range Planning, v.30, n.1, p.125-128, 1997.
- HALL, Richard H., Organizations: Structures, Processes & Outcomes, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1987
- HICKLING. A.. Abordagem da escolha estratégica, FUNDAP, São Paulo, 1981.
- ISLEI, Gerd., LOCKETT, Geff., GISBOURNE, Steve., STRATFORD, Mike. Modeling strategic decision making and performance measurement at ICI Pharmaceuticals, Interfaces, V.6, p.4-22, november-december, 1991.
- KARLSSON, C., AHLSTROM, P.. Lean product development, Journal of Product Innovation Management, v.13, p.283-295, 1996.

- KEENEY, Ralph L.. Value-focused thinking, Havard University Press, 1992.
- KEENEY, Ralph L., LILIEN, Gary L.. New industrial product design and evaluation using multiattribute value analysis, Journal of Product Innovation Management, v.4, p.185-198, New York, 1987.
- KENNARD, R. B.. From experience: japonese product development process, Journal of Product Innovation Management, v.8, p.184-188, New York, 1991.
- KLIR, George J; YUAN, BO Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications .New Jersey: Prentice Hall PTR, 1995.
- KRUGLIANSKAS, Isak. Engenharia simultânea e técnicas associadas em empresas tecnologicamente dinâmicas, Revista de Administração, v.30, n.2, p.25-38, São Paulo, abril/junho, 1995.
- KUMAR, Vinod, PERSUAD, Aditha N. S., KUMAR Uma. To terminate or not an ongoing R&D project: a managerial dilemma, IEEE Transcation on Engineering Management, v.43, n.3, p.273-284, august, 1996.
- LIBERATORE, Matthew J.. An extension of the analytic hierarchy process for industrial R&D project selection and resource allocation, IEEE Transactions on Engineering Management, v.34, n.1, p.12-18, february, 1987.
- LIBERATORE, Matthew J., STYLIANOU, Anthony C.. Expert support systems for new product development decision making: a modeling framework and applications, Management science, v. 41, n.8, p.1296- 1316, august, 1995. LIBERATORE, Matthew
- TITTUS, George J.. The practice of management science in R&D project management, Management Science, v.29, n.8, p.962-974, august, 1983.
- LIMA, Marcus Vinicius Andrade. Um modelo multicritério para gerenciamento de risco por uma empresa de factoring, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- MARCH, J.G. e OLSEN, J. Ambiguity and choice in organizations. Bergen: Universitetsforlaget, 1976
- MEREDITH, C.. Project management, Havard Business Press, 1995.
- MERRIFIELD, Bruce D. . Selecting projects for commercial success, Research Management, p.13-18, november, 1981.
- MILSON, Murray R., WILEMON, David, RAJ, S. P.. A survey of major approaches for acelerating new product development, Journal of Product Innovation Management, v.9, p.53-69, 1992.
- MINTZBERG, Henry, Interdepartmental Relations, Handbook of Organizational Design, v.2, p.60-84, 1979.

- MOSCOVISCK, Ferla. Times que dão certo, Editora Record, Rio de Janeiro, 1996
- O'CONNOR, Paul. From experience implementing a Stage-gate process: a multi-company perspective, Journal of Product Innovation Management, v.11, p.183-200, 1994
- OLSON, E. M., WALKER, O. C., RUEKERT, R. W.. Organizing for effective new product development: the moderating role of product innovativeness, Journal of Marketing, v.59, p.48-62, january, 1995.
- PAGE, Albert L.. Assessing new product development practices and performance, Journal of Product Innovation Management, v.10, p.273-290, 1993.
- PORTER, M. E.. Competitive advantage, The Free Press, New York, 1985.
- RAM, Sundaresan, RAM, Sudha. Expert systems: an emerging technology for selecting product winners, Journal of Product Innovation Mngement, v.6, p.89-98, 1989.
- ROBERT, Michel. A estratégia pura e simples da inovação do produto: como o processo de inovação pode ajudar a sua empresa a suplantat suas concorrentes, Nórdica, 1995.
- ROBBINS, Stephen P. Organization theory: structure, design and applications, New Jersey, Prentice Hall, 3rd. ed.,1990.
- ROSS, Timothy J. Fuzzy Logic with Engineering applications – 2nd ed. John Wiley & Sons, 2004.
- ROUSSEL, Philip A., SAAD, Kamal N., ERICKSON, Tamar J. Erickson. Third generation R&D - managing the link to corporate strategy, Arthur D. Little INC, 1991.
- ROY, B.. Methodology multicritère d'aide à la decision, Paris, Editora Economica, 1985
- SCHOEMAKER, Paul J. H., RUSSO, J. Edward. A pyramid of decision approach, California Management Review, p.9-31, fall, 1993.
- SAATY, T.L. The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw Hill, 1980
- TAYLOR, James W.. Planning profitable new product strategies, Modern Business Report, 1984.
- TRYGG, Lars. Concurrent engineering practices in selected swedish companies: a movement or an activity of the few? Journal of Product Innovation Management, v.10, p.403-415, 1993.
- VON ALTROCK, Constantin. Fuzzy logic and neuroFuzzy applications in busines andfinance. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1996.
- VON WINTERFELD, D., Structuring decision problems for decision analysis, Actual Psycology, v.45, p.71-93, 1986

WHEELWRIGHT, Steven C., BURGELMAN, Robert A., MAIDIQUE, Modesto A.,
Strategic management of technology and innovation. Irwin, 2nd ed., 923p.,1995.

WOILER, S. E MATHIAS, W.F. - **Projetos, Elaboração e Análise**, Ed. Atlas, S.P.

1996.ZANGWILL, WILLARD I. Lightning strategies for innovation: how the world's
best firms create new products, Lexington Books, New York, 1993.

ZELNY, M. Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, 1982