

APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO (AMD) E PESQUISA OPERACIONAL *SOFT* – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS, MÉTODOS E ANÁLISE COMPARATIVA

CARLOS FRANCISCO SIMÕES GOMES¹

Capitão-de-Corveta

VIRGINIA MARIA SALERNO SOARES²

Funcionária Civil

SUMÁRIO

RESUMO

INTRODUÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE DECISÃO

METODOLOGIAS

Apoio multicritério à decisão (AMD)

Famílias de abordagem do AMD

Macbeth

PO Soft

SSM – Confronto entre o Enfoque analítico e o Enfoque sistêmico

Megajogo

Hiperjogo

SODA

COMPARAÇÃO ENTRE SSM E AMD

CONCLUSÃO

1 N.R.: Oficial de Marinha habilitado e aperfeiçoado em Eletrônica (EN – CIAW), Analista de Sistemas (CPUERJ), mestre em Engenharia de Produção (UFF) e doutor em Engenharia de Produção (COPPE-UFRJ).

2 N.R.: Licenciada em Arquitetura pela UFRJ, mestre em Engenharia de Transporte (COPPE-UFRJ) e doutoranda em Engenharia de Produção (COPPE-UFRJ).

RESUMO

Este artigo mostra as principais características da Escola Francesa (ou Européia) e da Escola Americana com respeito ao Apoio Multicritério à Decisão (AMD), bem como as principais metodologias da PO (Pesquisa Operacional) *Soft*, faz uma análise comparativa da SSM e as Escolas do AMD que trabalham com alternativas discretas, e propõe algumas linhas de pesquisas unificadoras, identificando aspectos complementares e idênticos na PO *Soft* e no AMD.

INTRODUÇÃO

O planejamento e o gerenciamento do mundo real estão cercados por mudanças, conhecimentos dúbios, imprecisos e/ou incertos (não determinísticos). Isto, entretanto, não impede que um grande fluxo de informações percorra diariamente as organizações, e esta situação propicia a criação de ilhas organizacionais onde é possível a existência de muitos valores individuais que, não raramente, estão em disputa. Este ambiente dificulta a seleção de alternativas para tomadas de decisão, pois, neste tipo de cenário, alguns métodos matemáticos, ferramentas e/ou técnicas menos flexíveis e ambiciosas passaram a não ser suficientes para apoiar as decisões. Nestas situações, os gerentes são confrontados com um sistema complexo de problemas em constante mutação (dinâmico) que interagem uns com os outros.

Esta constatação permitiu, possibilitou e ocasionou que nas décadas de 60 e 70 surgissem metodologias que, além de utilizar informações quantitativas, incorporasse a subjetividade existente no processo de decisão. Sendo a decisão humana, e conseqüentemente sujeita a imperfeições e ao(s) juízo(s) de valor(es) do(s) decisor(es), a subjetividade, evidenciada em ambientes não determinístico, deve ser estudada e modelada.

Rosenhead [31] também constata que os métodos convencionais para resolução de problemas foram absorvidos por uma crise (décadas de 60 e 70) que estabeleceu a essência do paradigma alternativo emergente, traçando as novas perspectivas para este novo setor de análise.

Estas novas metodologias, que surgem para resolução destes problemas (entre elas a PO *Soft* e o Apoio Multicritério à Decisão - AMD) não buscam as soluções ótimas, mas sim um grupo de soluções não dominadas, e revivem o conceito de ótimo de Pareto [28]. Estes métodos transparentes e participativos auxiliam na formulação e reformulação das situações problemáticas.

Os novos **Métodos de Estruturação de Problemas** [31] (dentre eles os da PO *Soft*) surgem como resposta às condições encontradas nos ambientes não determinísticos. Estas metodologias de apoio à decisão buscam estruturar os problemas e apresentar alternativas, facilitando a negociação entre os atores do processo de decisão, e busca a interação e a participação, gerando a aprendizagem [9] e gerando modelos que "pertencem" aos atores.

A construção de modelos de AMD, desenvolvidos a partir de um paradigma de aprendizagem e construtivismo, com ênfase notadamente voltada para o auxílio a tomada de decisão, tem sido outra tentativa de sobrepor estas críticas.

Partindo da definição de que tomar uma decisão é fazer uma escolha entre diversas alternativas, e a eficiência na tomada de decisão consiste na escolha da alternativa que, tanto quanto possível, ofereça os melhores resultados, as alternativas factíveis de atender o objetivo da decisão, e por isto selecionadas para avaliação, serão comparadas em função de critérios e sob a influência de atributos [4].

O processo de decisão (tomada de decisão) é feito através de atores de decisão, onde

estes são [12][17][18][19]: decisores, facilitadores e analistas:

a) Decisor(es): influencia(m) no processo de decisão de acordo com o juízo de valor(es) que representa(m) e/ou relações que se estabeleceram; estas relações devem possuir caráter dinâmico, pois poderão ser modificadas durante o processo de decisão devido ao enriquecimento de informações e/ou interferência de facilitadores.

O decisor pode ser uma pessoa ou um grupo de pessoas, em nome do(s) qual(ais) é tomada a decisão [47]. O decisor nesta situação não participa do processo de decisão, porém irá influenciá-lo se possuir o poder de veto. Haverá um grupo que tomará a decisão e irá oficializá-la através da "assinatura" do decisor.

O decisor também pode ser definido como aquele (ou aqueles) a quem o processo decisório se destina, e que tem o poder e a responsabilidade de ratificar uma decisão e assumir suas conseqüências.

Nem todos os decisores têm o poder de decisão, sendo assim, é importante distinguir o grau de influência dos decisores no processo de decisão. O grau de influência faz a distinção entre os decisores envolvidos com o processo de decisão, e são colocados em dois grupos denominados de agidos e intervenientes [10].

Observação: Os agidos são pessoas às quais o programa é imposto, ou são as pessoas que são afetadas por ele, de uma maneira direta ou indireta. Os agidos não tomam decisão sobre o problema, apenas participam; são aqueles que, apesar de sofrerem conseqüências das decisões, têm limitada ou nenhuma capacidade de, por vontade própria, ver seus

valores e preferências contemplados nos modelos de avaliação. Entretanto, dependendo da sua força e importância, podem exercer uma pressão mais ou menos intensa para que isto ocorra, porém sempre de forma indireta [10][11][12].

Os intervenientes são pessoas que tomam a decisão sobre os programas e têm ação direta sobre a mudança.

Ambos os tipos de atores são importantes, embora eles tenham regras diferentes. Os agidos não são pessoas passivas durante todo o processo de decisão, assim como os intervenientes não são pessoas ativas durante todo o processo [10][11][12].

b) Facilitador(es): é(são) um(os) líder(es) experiente(s) que deve(m) focalizar a(s) sua(s) atenção(ões) na(s) resolução(ões) do(s) problema(s), coordenando os pontos de vista do(s) decisor(es), mantendo o(s) decisor(es) motivado(s) e destacando o aprendizado no processo de decisão. Tem como papel esclarecer e modelar

o processo de avaliação e/ou negociação conducente à tomada de decisão. Deve manter uma postura neutra no processo decisório, para não intervir nos julgamentos dos decisores. Deve propiciar o aprendizado. O facilitador [49] é um ator particular, cujo grau de ingerência na atividade de apoio à decisão deveria ser contínuo, adotando uma postura empática. No entanto, o facilitador deve tentar abstrair-se de seu sistema de valor, a fim de não vir a influenciar os demais intervenientes.

c) Analista(s): é (são) o(s) que faz(em) a análise, auxilia(m) o(s) facilitador(es) e o(s) decisor(es) na estruturação do(s) problema(s) e identificação dos fatores do meio ambiente

A maior parte do trabalho do analista consiste na formulação do problema e em ajudar as pessoas a visualizarem o problema e as suas causas

que influenciam na evolução, solução e configuração do problema. A maior parte do trabalho do analista consiste na formulação do problema, e em ajudar as pessoas a visualizarem o problema e as suas causas.

A “solução eficiente”, “não-inferior”, “não-dominada”, “fronteira”, “fronteira de eficiência” ou “ótima de Pareto” [28], será aquela que puder ser obtida de forma que a alternativa escolhida atinja um valor amplo em todos os critérios e não possua um decréscimo simultâneo (um valor dominado por outra alternativa) em nível inaceitável em qualquer dos demais critérios que estão sendo utilizados no processo de avaliação das alternativas. A **alternativa não-dominada** não pode ser superada por outra alternativa na totalidade de critérios utilizados para a decisão; uma alternativa é considerada **dominada** quando existe uma outra alternativa que a supera em um ou mais critérios e se iguala nos demais. O **princípio da dominância** é usado para eliminar uma alternativa que seja claramente inferior a outra alternativa.

O presente trabalho tem como propósito fazer uma análise comparativa de dois conjuntos de metodologias que surgiram nas décadas de 60 e 70 – Apoio Multicritério à Decisão (AMD) e a PO *Soft* – para solucionar problemas onde as variáveis qualitativas e a subjetividade humana têm importância relevante.

CARACTERIZAÇÃO DOS PROBLEMAS QUANTO AO TIPO DE ESTRUTURAÇÃO

Podemos assumir que o conjunto de **alternativas (A)**, é definido em (ou está sujeito a) um conjunto de estados da **natureza (Ω)**, conjunto este assumido como finito. A **decisão (D)** será a_0 (a_0 é a decisão escolhida), onde D será $D(a_0)$, e para tal $D(a_0) \geq D(a_i)$, onde i varia de 1 até n ; a_0 e $a_i \in A$, e $A = \{a : a : x \rightarrow D\}$ [51]. A estruturação de problemas

é o processo pelo qual um conjunto de aspectos relevantes é suficientemente bem apresentado como um problema ou grupo de problemas, de tal forma que o risco de usar procedimentos analíticos para resolver o problema errado seja minimizado [42].

O trabalho de estruturação visa à construção de um modelo mais ou menos formalizado, capaz de ser aceito pelos atores do processo de decisão como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação, e que possa servir de base à aprendizagem, à investigação e à discussão interativa com e entre os atores do processo de decisão [12].

Os problemas podem ser classificados, basicamente, de três maneiras: problemas; estruturados, semi-estruturados; e não-estruturados.

• **Problemas Estruturados:** são aqueles cuja solução pode ser alcançada, seguindo-se processos lógicos e muito bem definidos. Os sistemas de informação tradicionais buscam resolver estes tipos de problemas. Estes problemas são rotineiros e repetitivos, por isso são programáveis em computador. Nesta situação, a ação é conhecida, e a decisão está sujeita a resultados conhecidos, ou seja, sabe-se as conseqüências. Esses problemas classificam-se como **decisão em condições de certeza** [4]. É possível ao decisor escolher a alternativa que possui a melhor relação ganho/perda. A certeza é determinística. A esse tipo de problema também está associado o conceito de **Universo Certo**, pois é a hipótese da informação perfeita, cada linha de ação tem uma conseqüência definida (somente uma) é conhecida. O método apropriado de solução é o cálculo [23].

• **Problemas Semi-Estruturados:** usam determinados modelos matemáticos nas partes estruturadas do problema que está sendo analisado. As decisões finais devem ser tomadas com base em critérios subjetivos e de difícil quantificação. Partes estruturadas do

problema poderão ser solucionadas com um programa de computador, e outras são resolvidas pelo julgamento do decisor. Os Sistemas Especialistas estão sendo utilizados em auxílio da resolução das partes não-estruturadas do problema [4]. Nesse tipo de problema a probabilidade dos estados da natureza são assumidos como conhecidos, as conseqüências são conhecidas e são probabilísticas. Este tipo de decisão é a **decisão em condições de risco** [51].

John Douglas White [50] define este tipo de problema através da fórmula que se segue.

$$V(ai) = \sum p(sj) \otimes v(\theta(ai, sj))$$
 o somatório é feito para todo S; onde:

1) V é o valor da função de utilidade aplicada a alternativa ai, também definido como a utilidade de ai;

2) S é o conjunto de possíveis eventos, onde, $s_j \in S$;

3) p(sj) é a probabilidade associada ao evento sj;

4) $\theta(ai, sj)$, é a conseqüência da alternativa ai para o evento sj;

5) v é o valor de $\theta(ai, sj)$;

6) \otimes associa o primeiro termo ao segundo termo da fórmula.

A esse tipo de problemas está associado o conceito de **Universo Aleatório**, as conseqüências das decisões dependem de uma série de sucessos aleatórios, segundo leis de probabilidade. O decisor executa um julgamento [23].

• **Problemas Não-Estruturados:** são os problemas para os quais não existem processos lógicos e bem definidos para resolução. Devido ao seu caráter não-quantificável, sua resolução é fruto da intuição humana, está sujeita a probabilidades desconhecidas, ou a possibilidades subjetivas. São problemas desconhecidos e/ou complexos para a organização e são resistentes à implantação computacional [4]. Esta é a **decisão feita sob "ignorância" ou "condições de incerteza"**.

A decisão sob incerteza requer que uma ou mais decisões sejam feitas antes e uma ou mais "incertezas" sejam observadas e/ou estruturadas [27]. A este tipo de problemas está associado o conceito de **Universo Indeterminado**, onde não é possível obter-se todas as informações necessárias, pois não se pode recorrer a experimentação etc. O decisor pode utilizar-se de "probabilidades a priori" e/ou possibilidades. O decisor executa uma escolha (inspiração) baseado na sua experiência [23].

O decisor, diante de um problema não-estruturado, pode assumir **atitudes** [51]:

a) pessimista ou otimista (como foi definido nos conceitos de Max e Min);

b) utilizar-se de algoritmos de apoio à decisão, considerando a subjetividade dos valores do decisor;

c) utilizar-se da Teoria da Utilidade para verificar qual alternativa, no seu entender, agrega maior valor.

A este tipo de problema está associado o conceito de **Universo Indeterminado**, onde não é possível obter todas as informações necessárias, não se pode recorrer a experimentação etc [7]. O decisor pode utilizar-se de "probabilidades a priori" e/ou possibilidades. O decisor executa uma escolha (inspiração) baseado na sua experiência [23].

CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE DECISÃO (ou tipos de problemas associados à decisão)

Uma decisão pode ser tomada nas quatro condições seguintes:

a) Decisão em condições de certeza

Ocorre quando a decisão é feita com pleno conhecimento de todos os estados da natureza [13]. Existe a certeza do que irá ocorrer durante o período em que a decisão é tomada. É possível atribuir probabilidade 100% a um estado específico da natureza [24]. A probabilidade indica o grau de certeza onde 0% será

a completa incerteza e 100% ou 1 indica a certeza completa.

b) Decisão em condições de risco

Ocorre quando são conhecidas as probabilidades associadas a cada um dos estados da natureza. O número total de estados da natureza é conhecido. Ao contrário do item anterior, que dispunha de 100% de certeza no resultado final, aqui esta certeza irá variar de 0% a 100% [13].

c) Decisão em condições de incerteza ou decisão em condições de ignorância

Não se obteve o total de estados da natureza, ou mesmo a parcela dos estados conhecidos da natureza possui dados obtidos com probabilidade incerta [13], ou é desconhecida a probabilidade associada aos eventos.

d) Decisão em condições de competição ou decisão em condições de conflito

Ocorre quando estratégias e estados da natureza são determinados pela ação de competidores [24]. Existem, obrigatoriamente, dois ou mais decisores envolvidos, o resultado depende da escolha de cada um dos decisores.

O não determinístico pode originar-se de seis fontes básicas:

I) imprecisão causada pela dificuldade de avaliar as ações sob a influência de um critério (ou mais) em particular;

II) indeterminação dos métodos de avaliação dos resultados, visto que estes podem basear-se em uma "definição arbitrária" [43];

III) dúvida em relação aos valores dos dados obtidos;

IV) dúvida se os valores envolvidos ou obtidos irão variar ao longo do tempo e/ou espaço;

V) classificação e/ou opiniões ambíguas;

VI) eventos probabilísticos.

O não-determinístico pode ser definido como a junção dos termos: **impreciso** (também denominado vago ou inexacto), **ambíguo** (também denominado dúbio) e **incerto** (ou probabilístico).

O conceito de impreciso advém da impossibilidade de realizar, com precisão, uma medição ou graduação de um objeto e/ou situação; também pode estar associado a inconsistência de fenômenos naturais.

O conceito de ambíguo é caracterizado pela dificuldade de obter-se uma precisa classificação do elemento em estudo, embora este elemento seja de perfeito conhecimento dos especialistas. Advém da existência de duas classificações para um mesmo objeto e/ou a existência de duas alternativas diferentes que possuam a mesma classificação.

O conceito de incerto está associado ao fato de alguns eventos são probabilísticos, e as probabilidades são conhecidas.

O impreciso é "tratado" através de:

a) comparação por relações nebulosas;

b) uso de informações advindas da subjetividade;

c) uso de modelos possibilísticos.

O incerto é "tratado" através da identificação da não-existência do determinístico e a necessidade de utilizar-se de modelos probabilísticos.

Observação: o modelo probabilístico é possível quando existe um grau de regularidade em um fenômeno observado, e é possível aplicar um modelo matemático à variabilidade qualitativa do fenômeno observado, e assim trabalhar o referido fenômeno com grau de regularidade de forma quantitativa [21].

METODOLOGIAS

Apoio Multicritério À Decisão (AMD)

A distinção entre o AMD e as metodologias tradicionais de avaliação é o grau de incomparabilidade dos valores do decisor (tomador de decisão ou agente de decisão) nos modelos de avaliação. É preciso aceitar que a subjetividade está sempre presente nos processos de decisão. Nesse sentido, busca-se construir modelos que legitimem a elabo-

ração de juízos de valores, juízos estes necessariamente subjetivos, onde os modelos são a estrutura de valores dos decisores associado a cada critério.

A estruturação do modelo é fundamental em um processo de apoio à decisão, que tem um caráter misto entre a ciência e a arte. O caráter misto provém da ausência de métodos matemáticos para conduzir à estruturação. Isto implica que é impossível conceber um procedimento genérico de estruturação cuja aplicação possa garantir a unidade e validade do modelo concebido. Buchanan [6] afirma que uma boa metodologia não explora só as soluções, explora também o decisor, à medida que o auxilia na busca da decisão explicitando as suas preferências.

Para uma adequada compreensão, serão traçadas as definições de **Critério**, e **Preferências das informações Intracritério e Intercritério**:

CRITÉRIO: os critérios permitem estabelecer as relações de preferência entre as alternativas. Critério também pode ser definido como uma ferramenta que permite a comparação de alternativas segundo um eixo particularmente significativo ou ponto de vista. A decisão multicritério começa com a geração de critérios que permitirão a avaliação do problema dentro do contexto em que este está inserido.

Critério também é definido como uma função de valor real sobre um conjunto A de alternativas (a), onde $a \in A$, que permita obter algum tipo de significado ao comparar duas alternativas de acordo com um ponto de vista particular. O critério é a base de uma avaliação. Cabe ressaltar que um critério é, essen-

cialmente, um instrumento de comparação sem ser absoluto.

Os critérios permitem a avaliação das alternativas de forma a verificar que uma alteração na classificação da alternativa num dado critério, será observada uma redução ou aumento da satisfação da alternativa. A família de critérios deverá verificar **os axiomas de exaustividade, coesão e não-redundância** [33 a 40]:

a) **possuir** todos os pontos de vista julgados importantes, ou seja, a quantidade de critérios deverá ser completa e exaustiva, e deverá conter todos os critérios julgados relevantes para a decisão final (exaustividade);

b) **ser operacional**, a classificação das alternativas nestes critérios deve permitir o seu manuseio por algoritmos (exaustividade);

c) **ter as preferências parciais** modeladas em cada critério, e cada preferência deverá estar de acordo com as preferências globais [5] (coesão);

d) **ser coesa**, estarem de acordo com o objetivo (coesão);

e) **ser legítima** e consistente, deve representar de forma clara e correta o juízo de valores do(s) decisor(es) (coesão); e

f) **excluir redundância**, um aspecto abordado por um critério não poderá aparecer em outro critério, os critérios deverão evitar redundância, apresentar independência e/ou ortogonalidade, para evitar a contagem dupla (não redundância).

O estudo da **INFORMAÇÃO DAS PREFERÊNCIAS** divide-se em Preferência das Informações Intracritérios e Preferência das Informações Intercritérios.

**Uma boa metodologia não
explora só as soluções;
explora também o decisor, na
medida em que o auxilia na
busca da decisão,
explicitando as suas
preferências**

A) Preferência das Informações

Intracritérios: é necessário para construir preferências parciais em um critério particular, na avaliação de alternativas neste critério (classificação de alternativas neste critério).

B) Preferência das Informações

Intercritérios: é utilizado para definir a importância de cada critério dentro do agregado de preferências formado pelos critérios (esta informação define o peso de cada critério).

A família de critérios deve ter duas qualidades [11]:

1) **Legitimidade:** a família de critérios deve considerar todos os atores como base para continuar o processo de apoio à decisão;

2) **Operacionalidade:** a família de critérios deve conter um número suficiente e pequeno de critérios que permita em uma análise intercritério obter a informação necessária para implementação do procedimento de agregação.

Observação: na apreciação dos critérios podem aparecer critérios quantitativos ou qualitativos. Um critério é quantitativo quando é possível medi-lo ou graduá-lo através de métodos determinísticos ou probabilísticos, e um critério é qualitativo quando sua graduação é feita através de julgamentos subjetivos.

Os critérios podem ser classificados em três grupos:

a) **Benéficos:** oferecem incremento monotônico; o incremento dos critérios é desejado. Por exemplo, o incremento do espaço interno de um automóvel, ou da relação quilômetro rodado/litro de combustível.

b) **Custos:** oferecem um decréscimo monotônico, o incremento destes não é desejado. Por exemplo, o preço de um automóvel.

c) **Não-monotônicos:** ocorrem quando a máxima utilidade está em um posto inter-

mediário da escala. Por exemplo, se a temperatura de uma sala estiver muito fria, desejaremos que a sala se aqueça até a temperatura desejada, ao passo que, se estiver muito quente, desejaremos que esfrie até a temperatura desejada.

Segundo Vincke [49], o AMD não consiste somente em construir uma família com técnicas de agregação de preferências, dadas em um conjunto de dados; o decisor deverá ter conhecimento dos métodos que pode utilizar e verificar o que mais se adequa à situação. O decisor deverá ter conhecimento dos métodos que pode utilizar, e verificar o que mais se adequa a situação.

É importante salientar que a imprecisão humana é a grande dificuldade dos métodos de Multicritério pois, para um decisor, uma opção poderá ser a melhor e, para outro, outra opção poderá ser preferível.

O AMD propõe-se a ter uma visão prescritiva (ou prescritivista) e construtiva (ou construtivista) dos problemas. Esta visão seria uma fusão da visão descritiva (ou descritivista) com a normativa. A visão descritivista é a observação do mundo como este se apresenta, e sem emitir julgamento sobre a realidade descrita. A visão normativa (ou normativista) está associada à visão do mundo através de processos idealizados. Esta visão defende o uso de fórmulas matemáticas que serão manipuladas pelo decisor. Na visão prescritiva, faz-se modelos que são apresentados ao decisor e este decide se os aceita ou não. A visão construtivista consiste em construir modelos através do processo decisório. A estruturação avança de forma interativa e de modo coerente com os objetivos e valores do decisor.

Critério é, essencialmente, um instrumento de comparação sem ser absoluto

As principais diferenças entre os modelos construtivista e prescritivista são [17][18][19]:

Construtivista:

a) O facilitador ajuda a construir o modelo de preferências dos decisores, para o momento e a situação em estudo, com o objetivo de fazer recomendações.

b) O envolvimento dos atores do processo de decisão dá-se durante todas as fases do processo de apoio à decisão; as decisões traduzem os valores dos decisores. Os atores aprendem juntos sobre o problema enfocado.

c) Permite levar em conta os aspectos subjetivos do grupo de decisores.

Prescritivista:

(a) O facilitador descreve primeiramente um modelo de preferências para depois fazer prescrições com base em hipóteses normativas que são validadas pela realidade descrita.

(b) O envolvimento dos atores se restringe a estruturação do problema.

Famílias de abordagem de AMD

O AMD subdivide-se em três grandes famílias de abordagem[17][18][19][45]: Escola Americana, Escola Francesa e Métodos Interativos:

a) **Escola Americana** ou Escola da Teoria da Utilidade Multiatributo (Multiple Attribute Utility Theory - MAUT), onde o valor cardinal de uma alternativa a_i é formado por um conjunto de valores ($v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{ni}$) onde cada v_{ni} é o valor assumido pela alternativa a_i em cada um dos n critérios.

Isto significa que, caso um determinado critério/atributo seja considerado pouco importante diante de outros critérios/atributos, ele receberá um peso (valor atribuído) inferior ao peso atribuído àqueles de maior importância. Esta Teoria permite a definição de uma função que busca agregar os valores de cada alternativa (a_i) sujeita (classificada) em cada

critério (cm). Isto representa que a importância relativa de cada critério advém do conceito de "taxa de substituição" (*trade-off*), o decisor defronta-se com o problema de identificação da taxa de substituição de um critério em relação ao outro. Esta abordagem também é definida como *critério único de síntese excluindo a incomparabilidade*.

Esta Teoria assume que:

1) Todos os estados são comparáveis (não existe a incomparabilidade);

2) Existe transitividade nas relações de preferências; e

3) Existe transitividade nas relações de indiferença.

b) **Escola Francesa ou Métodos de Subordinação e Síntese** ou Escola Européia, que são aplicados à comparação entre alternativas discretas, onde existe a relação de prevalência de síntese aceitando incomparabilidade.

O decisor pode deparar-se com uma das quatro situações ao comparar duas alternativas[28][33 a 40]:

b1) Uma alternativa é preferida a outra com **preferência forte**, também denominada **preferência sem hesitação**;

b2) Uma alternativa é preferida a outra com **preferência fraca**, também denominada **preferência com hesitação**;

b3) Uma alternativa é indiferente a outra; e

b4) Uma alternativa é incomparável a outra.

A Escola Francesa adota as seguintes **convicções básicas** [29][30]:

I) Onipresença da subjetividade no processo decisório;

II) Paradigma da aprendizagem pela participação;

III) Convicção do construtivismo; e

IV) Reconhece as limitações do ótimo matemático e utiliza uma abordagem que não parte de quaisquer pré-condições mas procura construir um modelo de elementos chaves que capacitam os atores a evoluir no processo decisório, como resultado dos seus

próprios objetivos, convicções e sistemas de valores.

c) Métodos Interativos, que são aplicados em Sistemas Informáticos Interativos (SII); os SII têm objetivo de apoiar e melhorar os processos de decisão, especialmente em tarefas complexas e mal estruturadas que requerem a apreciação crítica e o julgamento dos agentes de decisão. Os métodos interativos, com interações de tentativa e erro, segundo Steuer [45][46], subdividem-se em:

- c1) Métodos de pesquisa de linha;
- c2) Métodos de redução de espaço de pesos (também denominados coeficientes de peso);
- c3) Métodos de redução do espaço das funções objetivo; e
- c4) Métodos de contração de cone dos gradientes das funções objetivo.

O AMD poderá ser usado em dois contextos:

(a) Um indivíduo, ou mesmo um grupo, cujo resultado da sua decisão não causa um impacto em outros grupos; nesse caso, os métodos utilizados não requerem uma substancial documentação.

(b) Uma pessoa, porém normalmente um grupo, cuja decisão acarreta uma forte consequência em outros grupos; neste caso, a lista de alternativas será considerável. Isto normalmente ocorre em grupos empresariais ou em decisões de organismos públicos. Este tipo de decisão deverá ser baseado em forte documentação, assim como os critérios analisados deverão levar em conta os diversos elementos da comunidade.

O AMD é baseado na operacionalidade, julgamento pessoal, lógica matemática, teoremas e estudos psicofísicos. **Suas sete vantagens são:**

a) uso fácil por não especialistas, preferencialmente transformada em um programa de computador que seja o mais amigável possível com o usuário, dispondo de recursos gráficos-visuais;

- b)** um método lógico e transparente;
- c)** liberdade de ambigüidade para interpretações dos dados de entrada;
- d)** a metodologia pode englobar tanto critérios quantitativos como qualitativos;
- e)** os julgamentos de valor também podem ser exercidos em escalas cardinais ou verbais;
- f)** permite ao decisor dispor de algoritmos que permitam a utilização de critérios independentes uns dos outros, como algoritmos que auxiliem em problemas onde os critérios de avaliação são dependentes; bem como, analogamente, poder lidar com alternativas que são independentes umas das outras, bem como quando são dependentes; e
- g)** incorpora questões do comportamento humano nos processos de decisão.

Vanderpooten [47] afirma que a Escola Francesa tende o seu foco de estudo para metodologias onde as preferências pessoais dos decisores tenham menor influência na alternativa escolhida; em contrapartida, a Escola Americana buscaria métodos para melhor explicitar esta preferência, que teria uma grande influência na escolha final. Uma boa decisão só será possível se as duas influências forem equilibradas [29].

Bana e Costa [10] defende que a Escola Americana utiliza modelos descritivistas e prescritivista, enquanto a Escola Europeia usa modelos construtivistas. Implícita ou explicitamente, todos os modelos e métodos de Apoio Multicritério à Decisão têm como fundamentos as estruturas da Teoria de Preferência e Teoria da Não-Dominância.

O(s) ator(es) do processo de decisão que julgue(m) conveniente usar a metodologia multicritério para auxiliá-lo(s) a estruturar o(s) seu(s) problema(s) e posteriormente priorizar/escolher as alternativas factíveis **deverá(ão):**

- a)** definir e estruturar o problema;
- b)** definir o conjunto de critérios e/ou atributos que serão utilizados para classificar as alternativas;

c) escolher se utilizará métodos discretos ou contínuos; se optar por métodos discretos (concebidos para trabalhar-se com um número finito de alternativas), deverá optar entre a Escola Francesa e a Escola Americana;

d) identificar o sistema de preferências do(s) decisor(es); e

e) escolher o procedimento de agregação.

Para identificar o sistema de preferências do(s) decisor(es), é necessário:

1) considerar a subjetividade dos atores de decisão;

2) considerar as percepções individuais e vislumbrar em quais aspectos do(s) problema(s) o(s) decisor(es) encontram maior dificuldade de explicitar as suas percepções individuais;

3) estruturar o problema de acordo com a visão compartilhada;

4) identificar os pontos de vista comuns.

5) saber onde o(s) decisor(es) é(são) inconsistente(s); e

6) verificar o que pode ser mudado e porquê.

A modelagem de preferência multicritério requer que o decisor a utilize através do processo de múltiplos critérios, com uma discriminação preferencial de informações para diferenciar as alternativas (ótima de Pareto) [28]. Esta informação será através de hierarquia ou subordinação dos critérios, importância dos coeficientes de peso atribuídos aos critérios, nível de vetos etc.

Macbeth (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)

A metodologia Macbeth baseia-se em julgamentos subjetivos de diferença de atratividade para construir escalas cardinais de valor.

Esta metodologia desenvolvida por Bana e Costa e Vansnick [48] é baseada em julgamentos absolutos de diferença de atratividade entre pares de ações e utilizada para a cons-

trução de escalas cardinais de valor sobre cada um dos Pontos de Vista Fundamentais (PVF), tornando possível a avaliação local das alternativas.

Este tipo de resolução tem por objetivo identificar as variedades que mais se adequam a uma situação específica, levando em consideração, além dos aspectos técnicos julgados fundamentais pelo decisor, os seus valores, o modelo construído dentro desta abordagem, e busca a representação da situação problemática na visão do próprio decisor.

Como em qualquer processo decisório, a atividade de apoio à decisão começa pela identificação de todos os elementos considerados importantes. Nesta primeira interação, surge uma lista de fatores colocados pelo decisor e, dependendo de sua profundidade de conhecimento sobre a natureza do problema, o facilitador poderá questioná-lo por fatores importantes ainda não considerados, porém de forma a não induzi-lo. Após a formulação de uma listagem considerada inicialmente completa, o facilitador deverá, através de um mapeamento cognitivo[25], identificar junto ao decisor as relações de importância entre os fatores. Este processo é importante para um devido agrupamento dos fatores e para a identificação de quais fatores ainda não foram relacionados.

Pelo mapeamento cognitivo, é possível agrupar os fatores em áreas de interesse, descobrir quais fatores são fundamentais para a decisão e, por fim, dar uma estrutura consistente para a abrangência do problema. Apesar da enorme importância que a fase de mapeamento cognitivo possui, esta não se relaciona de forma direta com a estrutura arborescente do problema. Este processo é feito de uma forma participativa e interativa, e deve ser levado à exaustão, que, junto ao crescente nível de conhecimento dos atores da decisão frente ao problema em questão, irá contribuir para a riqueza das informações

obtidas neste processo. A transição dos mapas cognitivos para a árvore que representa a estrutura do problema é considerada ainda uma arte, não existindo regras pré-estabelecidas que regem esta transição.

O Macbeth é baseado em **três convicções fundamentais** para a sua prática; a **onipresença da subjetividade** e sua **interpene-trabilidade** com a objetividade, a convicção do **construtivismo** e o **paradigma da aprendizagem** pela participação.

Os PVF são os fatores de maior relevância sobre os quais as ações potenciais são avaliadas. Os **Pontos de Vista Elementares (PVE)** são fatores que combinados, formam os níveis de impacto que compõem o descritor de um determinado PVF. As **áreas de interesse** são as áreas do problema que encerram aspectos ou pontos de vista afins.

Dificilmente um decisor teria condições de expressar seus julgamentos de valor em relação a um conjunto de níveis de impacto, diretamente na forma de uma escala cardinal representativa. O esforço cognitivo necessário à construção desta escala é muito elevado. Esta metodologia propõe-se a explicitar a intensidade de preferência que o decisor possui em relação às ações potenciais, fazendo através da expressão de julgamentos absolutos de diferença de valor (atratividade) entre duas ações.

Para facilitar a interação entre o decisor e o facilitador, é introduzida uma escala semântica formada por algumas categorias de diferença de atratividade; desta forma, o Macbeth propõe ao decisor que exprima seus juízos de valor segundo uma escala semântica formada por seis categorias ($n = 6$), cada uma delas de dimensão não necessariamente igual:

- C1 @ Diferença de atratividade muito fraca
- C2 @ Diferença de atratividade fraca
- C3 @ Diferença de atratividade moderada
- C4 @ Diferença de atratividade forte
- C5 @ Diferença de atratividade muito forte
- C6 @ Diferença de atratividade extrema

Construída dessa forma, a metodologia Macbeth liga-se ao problema teórico de representação numérica de semi-ordens múltiplas por limiares constantes, problema estudado e resolvido por Doignon[15], no caso geral. Assim, em um problema onde exista uma estrutura de m relações binárias ($P(1), \dots, P(k), \dots, P(m)$), em que $P(k)$ representa uma relação de preferência tanto mais forte quanto k seja maior, sempre em termos de um dado ponto de vista fundamental pvf_j , é possível representar estas relações de preferências numericamente. As semi-ordens múltiplas introduzem-se de maneira natural desde que se queira representar as preferências através de uma função v e de funções limiares sk tais que, por exemplo:

$$a P(k) b \hat{U} sk < v(a) - v(b) < sk+1$$

Caso o decisor tenha convicção que duas (ou mais) ações são igualmente atrativas (situação de indiferença), basta representar apenas uma delas no processo de avaliação absoluta por pares.

PO Soft

A **PO Soft** é composta de uma geração de métodos e metodologias, pensados e elaborados para um mundo coberto por um clima de complexidade, conflitos e situações não determinísticas (incerteza, imprecisão e situações dúbias) que auxiliam aos que praticam funções de análise de problemas e gerenciamento na vida real a enfrentar os problemas de planejamento e tomada de decisão, além de ajudar os estudantes de sistemas de gerenciamento e de PO a entender esta nova perspectiva.

A principal função destes métodos e metodologias é estruturar problemas antes de tentar resolvê-los; por isso foram chamados de métodos *Soft*. Sua importância deve ser compreendida porque a maior parte deles surge de uma evolução da PO - ferramentas de

otimização e algoritmos. Para caracterizar especificamente estes métodos *Soft*, Rosehead [31] fornece alguns exemplos da literatura britânica:

SODA – *Strategic Options Development and Analysis* [1][16][25] e a SSM – *Soft Systems Methodology* são as metodologias mais utilizadas para a estruturação dos problemas – identificação daqueles fatores e questões que devem constituir a agenda para novas discussões e análise.

A *Strategic Choice*, incluindo AIDA – *Analysis of Interconnected Decision Areas*, também preocupa-se em estruturar situações complexas, mas dão menos ênfase às construções psicológicas das pessoas envolvidas. A *Strategic Choice* e *Robustness Analysis* partilham o mesmo foco, preocupando-se com a incerteza e os modos de gerenciamento, enquanto o *Metajogo* (Metajogo) e *Hypergame* (Hiperjogo) *Analysis* analisam particularmente os aspectos conflitantes das situações de decisão.

Rosehead [31] menciona que estas metodologias nivelam-se individualmente pelo grau de transparência, pela incorporação de conflitos, pela representação de julgamentos, pelo interesse intrínseco e pela aplicabilidade. Elas também constituem uma nova e diferente contribuição britânica na arte da estruturação de problemas, sem que haja necessidade das pessoas que vão utilizá-las, adquirirem um conhecimento matemático de alto nível.

Enquanto os métodos tradicionais, na tentativa de representar a complexidade de situações desestruturadas, muitas vezes empregam técnicas baseadas na teoria das probabilidades, os métodos *Soft*, ao contrário, adotam o conceito de cálculo de possibilidades. Eles estruturam eventos ou resultados que os participantes declaram como relevantes, o que torna possível identificá-los, sem a obrigatoriedade de associar números sobre seus significados.

O principal ingrediente das metodologias *Soft* é o comportamento humano, que, por senso comum e experiência, pode ser representado por métodos gráficos ou diagramas que representam de forma esquemática redes de interações, demonstrando, entre os diversos elementos das situações analisadas, as influências, causalidades, similaridades ou compatibilidades existentes. Fornecer elementos que visem a estruturar situações problemáticas consideradas estratégicas é a característica mais comum encontrada entre as metodologias acima citadas.

SSM

A SSM é uma metodologia desenvolvida por Checkland [8][9]. Seus conceitos se aplicam, principalmente, à pesquisa qualitativa, conhecida como uma maneira de analisar, diagnosticar e resolver problemas a partir de tomadas de decisões consistentes, em função do uso contínuo de seus sete estágios, durante a investigação organizacional. A SSM está inicialmente muito mais preocupada com a definição das causas (a raiz) dos problemas do que com sua resolução.

A SSM faz uma comparação do mundo como realmente é (mundo real), com alguns modelos do mundo como deveria ser (mundo dos sistemas). Com esta comparação, amplia-se o entendimento do mundo real, através do processo de pesquisa, identificando-se idéias e ações para melhorar este mundo. A diferença entre os modelos "ideais" e a realidade torna-se a base para a tomada de decisões que irão mudar a organização. **A SSM é uma metodologia heurística** (e subjetiva), que permite o aprendizado da situação e/ou organização.

Na SSM, os pesquisadores começam a estudar um problema do mundo real estudando os sistemas que os contêm, e em seguida desenvolvem alguns modelos que melhoram o funcionamento dos sistemas es-

tudados. A SSM é uma metodologia de abordagem sistêmica, portanto, os modelos elaborados utilizam alguns conceitos da Teoria dos Sistemas.

A SSM é composta por sete estágios, que serão descritos resumidamente:

Estágio 1 - Investigação da situação problemática que está completamente desestruturada.

A situação problemática deve ser percebida e observada pelo ator da decisão como realmente é. O ator deverá pressupor muito pouco sobre a natureza da situação.

Estágio 2 - Expressão da situação problemática. Neste estágio, o ator desenvolve uma descrição detalhada, uma *rich picture* [29] da situação onde o problema ocorre.

Estágio 3 - Definição das causas ou a essência dos sistemas relevantes.

São definidas neste estágio as causas do problema, ou seja, a essência dos sistemas relevantes. Checkland [8] fornece o mnemônico CATWOE, traduzido aqui por CATCOPA[44], tipo um *check-list* para assegurar a inclusão dos elementos mais importantes das definições das causas:

Clientes são as pessoas que se beneficiam do sistema organizacional;

Atores são as pessoas que transformam os "inputs" em "outputs";

Transformação é o processamento de "inputs" em "outputs" (processos correntes dentro do sistema);

Concepção do mundo é uma visão de mundo relevante;

Proprietário da organização é ou são as pessoas que têm poder do veto;

Ambientes, externos e/ou internos que influenciam o sistema organizacional estudado.

Obs. A "transformação"(processamento) é um elemento do conceito dos sistemas.

Estágio 4 - Elaboração e teste dos modelos conceituais. O pesquisador monta os modelos com base no conhecimento dos conceitos dos sistemas. Ele desenvolve descrições, em

termos sistêmicos, de como as partes relevantes da situação podem funcionar de forma ideal.

Estágio 5 - Comparação dos modelos conceituais com a realidade. A proposta, aqui, ainda não é implementar os modelos conceituais e sim comparar e contrastar as diferenças entre eles, que podem ser usadas como base para discussão: *como funcionam os sistemas relevantes, como poderão vir a funcionar, e que implicações poderão existir?*

Estágio 6 - Identificação das mudanças que poderiam ser possíveis e desejáveis. A partir da discussão do Estágio 5, algumas mudanças possíveis podem ser identificadas. É provável que elas variem quanto ao desejo e a possibilidade de serem implementadas pelos atores da organização.

Estágio 7 - Ações para melhorar a situação problemática. As mudanças possíveis e desejáveis identificadas no Estágio 6 são agora colocadas em prática.

Confronto entre o Enfoque Analítico e o Enfoque Sistêmico

Apesar da oposição dos dois enfoques, analítico e sistêmico, a SSM, ao longo de seus estágios, tenta utilizá-los em momentos distintos, fortalecendo e constituindo uma nova maneira de pensar. Rosnay [32] situa de maneira bastante compreensível o confronto entre estes dois enfoques.

Enquanto o **enfoque analítico** concentra-se sobre nos elementos do sistema, observando-os isoladamente, o **enfoque sistêmico** concentra-se sobre as interações entre os elementos (ou componentes ou subsistemas) de um sistema, estuda a natureza das interações e considera os efeitos desta. O **enfoque analítico** apóia-se sobre a precisão dos detalhes e modifica uma variável de cada vez, enquanto o **enfoque sistêmico** apóia-se sobre a percepção global e modifica grupos de variáveis simultaneamente.

Para o enfoque analítico, os fenômenos são reversíveis e independentes de sua duração, e a validação dos fatos se realiza pela prova experimental no âmbito de uma Teoria. Já o enfoque sistêmico permite a integração da duração e as situações de irreversibilidade, bem como a validação dos fatos se realiza pela comparação do funcionamento do modelo com a realidade e pela quantificação dos resultados do sistema.

Os modelos do enfoque analítico são precisos e detalhados, apesar da difícil utilização em uma ação (por exemplo, modelos econométricos). Os modelos do enfoque sistêmico podem ser insuficientemente rigorosos para servir de base ao conhecimento específico, mas utilizáveis em uma decisão (por exemplo, modelo do Clube de Roma).

O enfoque analítico é eficaz quando as interações são lineares e fracas; o enfoque sistêmico é mais eficiente que o enfoque analítico quando as interações são não-lineares e fortes. O primeiro conduz a um ensino por disciplina (justa-disciplinar) e a uma ação programável em seu detalhe.

Embora preconize o conhecimento dos detalhes, no enfoque analítico os objetivos podem ser mal definidos, enquanto que o enfoque sistêmico conduz a um ensino pluridisciplinar e a uma ação por objetivos, embora podendo conter detalhes mais imprecisos (nebulosos).

A tentativa de uni-los através das diretrizes enunciadas pela SSM, durante os seus sete estágios, demonstra a vital importância da metodologia, que ensina o novo pensamento, como iniciativa ao aprendizado organizacional.

O Metajogo – Descrição

O Metajogo é uma técnica de análise de conflito entre os atores de uma organização. Ela pode auxiliar gerentes a se tornarem políticos e chefes de maneira efetiva.

Este método consiste em fazer perguntas aos atores, ao mesmo tempo respondendo-as e ensinando-os. A utilização da intuição é fundamental durante seu processo de aplicação. Os resultados são sempre surpreendentes ao longo da aplicação, mais do que quando as respostas são somente analisadas. Ainda assim, existirá demanda técnica e, portanto, a ajuda do computador será importante, pois possibilita que o consultor forneça *feedback* diretamente ao cliente.

Um exemplo de estudo seria um grupo de atores e suas opções políticas.

Os atores descrevem interações e relações pessoais, situadas em um determinado período de tempo, durante o qual não pode haver intervenções individuais que interfiram nas opções políticas envolvidas. Os atores devem interagir para juntos decidirem o que fazer.

Os atores envolvidos podem ser indivíduos ou grupos. Suas preferências, atitudes e decisões são interpretadas como interações surgidas dentro da organização. Cada ator aponta suas opções políticas – que representam ações estratégicas. A escolha de um conjunto de opções, por cada ator, representa um plano de ação particular. Deste modo é gerada uma série de planos.

Existe um programa denominado CONAN (que implementa o Metajogo), que ajuda no suprimento da lista de atores e opções, registrando qualquer informação extra na forma de notas junto a cada ator/opção, formando um tipo de banco de dados para informação estratégica. Esta lista gera cenários aleatórios que representam o empenho dos atores em fugir das ameaças da organização e do ambiente externo, temidas por cada um deles, e representam também os meios pelos quais eles esperam realizar seus objetivos.

É importante examinar e interpretar profundamente os cenários chaves antecipadamente, ao invés de esperar os acontecimentos, como acontece freqüentemente. Um gran-

de número de cenários pode ser gerado em função das opções de cada ator, porém nem todos os cenários podem ser gerados mecanicamente. O programa CONAN ajuda a identificar as incompatibilidades, mostrando ao usuário que certas escolhas não são lógicas nem fisicamente possíveis. Dessa forma, são geradas e exibidas séries ou subséries de cenários possíveis.

O gerente trabalhando como um ser político e como um chefe tomador de decisões deve negociar estrategicamente, sem esquecer ao mesmo tempo que é gerente, e político, está mantendo relações estreitas com os desejos e as idéias dos outros seres humanos. E é esta a intenção do Metajogo, apresentar uma análise a partir de um método estruturado que contemple o fato de gerente ser um político e chefe ao mesmo tempo.

Hiperjogo

O Hiperjogo é utilizado para a modelagem de decisões interativas.

Existe um repertório de modelos tais como: matrizes, árvores e tabelas que podem se adaptar aos procedimentos que indicam as diferenças de percepções entre atores de uma organização. É importante, ainda, expandir este repertório através de modelos que *estruturem os problemas* relacionados diretamente com a perspectiva Hiperjogo.

O método ajuda a esclarecer situações *viciadas, complexas ou desordenadas*, onde os objetivos não podem ser facilmente quantificados; por isso a importância de se considerar o julgamento subjetivo.

O Hiperjogo é adequado a situações que estão sob controle parcial de diversos atores, onde cada um "aposta" em um resultado e tem alguma influência nos acontecimentos. Eles, normalmente, têm objetivos e interesses diferentes que representam potencial para o conflito.

Como o conflito normalmente é relativo, poderá existir também a cooperação em torno

de interesses comuns. De maneira geral, o método trabalha com o conflito e com a coordenação das ações através de negociações e/ou barganhas.

O Hiperjogo está baseado em quatro suposições:

I) Personifica uma visão pluralista do mundo, onde diversos atores na qualidade de indivíduos, grupos ou organizações fazem escolhas para alcançar objetivos e interesses.

II) As decisões tomadas por cada ator afetam o bem-estar de outros, tornando-os *interdependentes*.

III) Os atores freqüentemente têm visões ou pontos de vista diferentes a respeito das situações em que estão envolvidos, o que certamente vai afetar a definição do problema.

IV) Cada ator está envolvido com tomadas de decisões relacionadas a algum sistema complexo, sistemas que envolvem relações entre pessoas (dois ou mais indivíduos). Isto pode desviar a análise das interações existentes se tratadas isoladamente, pois *tudo está conectado a tudo*.

O Hiperjogo pode ser visto, então, segundo Bennett [2] e Bennett e Cropper [3], como um elemento do método global que auxilia na resolução de problemas complexos envolvendo situações de conflito, incerteza, diferenças de percepção e outras dificuldades.

A metodologia auxilia o cliente a pensar em seus problemas, ao invés de deixá-los passivos esperando por uma análise do consultor. Para isto, o cliente tem de estar preparado para trabalhar na busca da facilitação dos debates e das decisões.

Os analistas ou consultores *contribuem com o formato do modelo e os "donos" do problema produzem o conteúdo*. [30]

Algumas formas de modelos de decisões interativas são utilizadas pelo Hiperjogo. O modelo mais simples chama-se Teoria dos Jogos. Este modelo permite mostrar as diferenças de percepção dos atores envolvidos.

Um *jogo* consiste de *jogadores* – partes interessadas, indivíduos, grupos, companhias, governos etc, que correm riscos e afetam os eventos. Cada jogador tem várias *estratégias* representando possíveis direcionamentos para a ação. A escolha da estratégia por cada jogador define o *resultado* do jogo. Para completar o modelo, especifica-se o resultado, se bom ou ruim, para cada jogador.

Neste jogo, os objetivos dos jogadores podem se conflitar em maior ou menor grau. Em um extremo, estão os jogos de *soma-zero*, em outro extremo, os objetivos dos jogadores coincidem e entre os extremos estão os *games* de motivos-combinados em que os jogadores se colocam entre o conflito e a cooperação.

O modelo pode ser visto da melhor forma em termos de não possuir respostas certas, mas de auxiliar no esclarecimento da estrutura da situação, tentando resolver dilemas e/ou dificuldades.

Os jogos podem ser representados de diversas formas. A mais comum delas é pela *forma de matriz*, porém esta forma não produz a melhor representação do modelo, devendo ser consideradas também outras duas representações alternativas: as árvores e as tabelas.

Apesar das matrizes reproduzirem, de maneira econômica, simples interações, as árvores ajudam a mostrar de forma direta a seqüência de decisões. Cada setor da árvore representa uma ação possível, que está sob o controle de um jogador específico demonstrado em ordem de escolha. A árvore completa representa um jogo.

Enquanto a árvore é útil na representação de seqüências, ela rapidamente pode se tornar incômoda quando o número de mudanças aumenta. Do mesmo modo, é difícil desenhar matrizes com mais de dois ou três jogadores; assim será necessário introduzir uma terceira forma para vencer estas limitações.

Desenvolvida como parte da *Análise de Opções* ou *Metajogo* [22] descrita no item

anterior, esta análise está baseada na noção de *tabela de opções*. As matrizes produzem uma representação visual mais compacta das interações, as árvores esclarecem a seqüência de decisões através do tempo, enquanto as *tabelas* permitem-nos negociar relativamente com muitos jogadores possíveis.

Para se estabelecer um modelo Hiperjogo não é necessário decidir qual é a visão de mundo mais *correta*. O método procura considerar como o mundo é visto por cada ator, e assim modelar o que acontece quando os donos destas diferentes visões interagem entre si.

Finalmente, deve-se insistir em que a ênfase da percepção dos atores pode ser diferente. Não se pretende afirmar que as diferenças radicais devam existir, mas elas podem existir, e isto afeta os acontecimentos e, portanto, tais modelos devem permitir essa variação.

SODA

A SODA [16][25] se caracteriza por ser extremamente sucinta e tem por objetivo ajudar o decisor ou grupo de atores a lidar com problemas complexos por meio de uma modelagem qualitativa, permitindo o entendimento do problema. Constitui em uma metodologia especialmente delineada para a estruturação de problemas em um sentido mais amplo, é voltada para a identificação de qual é realmente o problema em questão e a identificação dos fatores a serem considerados como objeto de discussão, principalmente quando se tem situações em grupos de tomadores de decisão. Auxilia no processo de entendimento do problema a determinação de pontos de vista importantes. A SODA serve inicialmente como uma metodologia de estruturação do processo de resolução do problema e, posteriormente, como uma técnica para planejamento e acompanhamento das ações. O campo de aplicação da SODA é amplo, auxiliando

o planejamento em ambientes complexos (ou não) com vários atores de decisão.

A SODA [1] consiste (resumidamente) dos seguintes passos:

a) definição dos termos de cooperação entre os atores de decisão;

b) entrevista com indivíduos pertencentes a um grupo decisório;

c) construção de mapas cognitivos individuais; cada ator define como percebe a situação problemática;

d) construção de mapas cognitivos agregados;

e) a partir do mapa cognitivo agregado (também denominado mapa estratégico) procurasse a solução do problema; e

f) tomada de decisão.

COMPARAÇÃO ENTRE O SSM E O AMD

Percebidas as diferenças e convergências dos métodos descritos acima, os autores deste trabalho resolveram optar particularmente pela SSM para comparação entre esta e o AMD. A SSM mostra-se bastante adequada para tratar de forma explícita os aspectos subjetivos, sendo que a aprendizagem é ditada como a perspectiva da atividade de apoio à decisão. Portanto, é neste ponto que a metodologia de Checkland diferencia-se da abordagem multicritério, principalmente porque a SSM é uma metodologia, enquanto o AMD são três grandes famílias que agrupam métodos, algoritmos e teorias de abordagem para tomada de decisão.

Checkland [9] considera que a visão tradicional da PO até 1960 era limitada a tratar de aspectos puramente quantitativos, não retratando a subjetividade do processo de decisão. Observa-se que a PO *Soft* tenta modelar as questões sobre comportamento, enquanto o AMD busca modelar os juízos de valores do decisor.

A PO *Soft* baseia-se em modelos ditos apreciativos, onde a apreciação é um ato

mental, avaliativo, no qual normas conflitantes e valores determinam quais são somente os fatos relevantes, enquanto fatos percebidos ou considerados exigem atenção porque são vistos como relevantes para certos valores [12]. A apreciação contínua permite alteração de percepções do problema e o aprendizado. O conceito de aprendizado é comum à PO *Soft* e ao AMD.

A PO *Soft* baseia-se em aproximações heurísticas, utilizando-se de ferramentas qualitativas. O AMD também utiliza-se de ferramentas qualitativas, mas baseia seus algoritmos também em teorias matemáticas, estudos psicofísicos e teorias comportamentais.

A Metodologia Macbeth (do AMD), à semelhança da metodologia SODA (da PO *Soft*), utiliza-se de mapas cognitivos na sua estruturação. Verifica-se uma possibilidade de análise de sensibilidade de resultados ao compararmos as sugestões de ambas as metodologias para um mesmo problema.

Durante o processo de pesquisa, o tempo de observação do mundo real utilizado pela SSM, normalmente, é maior que o tempo utilizado pela abordagem do AMD, entretanto o tempo utilizado para modelagem dos sistemas da SSM é, em média, inferior ao tempo utilizado pelo AMD.

A SSM constrói modelos heurísticos que, comparativamente, são mais facilmente contruídos que modelos do AMD, principalmente quando comparados com os modelos do AMD que utilizam algoritmos matemáticos complexos (métodos iterativos).

Identificam-se três grandes linhas onde a SSM e o AMD se complementam:

a) A SSM pode produzir as diretrizes básicas para a estruturação do problema que, posteriormente, poderá ser estudado e modelado pelo AMD; conseqüentemente o AMD fornecerá as ferramentas de programação matemática (métodos iterativos ou não) para modelagem dos sistemas observados no mundo real.

b) A SSM, em seu processo de reconhecimento, aprende a organização de maneira que qualquer problema passe a ser controlado por ela sem auxílio emergencial de consultores, além da observância da agregação de experiência, criatividade e conhecimento natural de toda organização que requer um processo de apoio à decisão. Estes elementos, para serem bem atendidos, devem fugir das bases prescritivistas e normativas, segundo a SSM.

O AMD, utilizando-se de bases prescritivistas e construtivistas, permite uma apreciação diferente do problema; o somatório das duas abordagens pode permitir um melhor entendimento do problema.

c) O AMD pode auxiliar os estágios 5 e 6 da SSM, particularmente a teoria do julgamento social de Hammond [20] pode ser utilizada para esclarecer e reduzir conflitos. Para problemas com muitas alternativas viáveis que devam ser consideradas, métodos de programação multiobjetivo ou de análise de utilidade multiatributo podem ser usados para buscar a maximização dos objetivos derivados das várias visões de mundo e consequentemente atender os objetivos desejáveis e culturalmente possíveis.

Algumas diferenças importantes foram identificadas, tais como:

I) No AMD, o julgamento dos atores pode ser estudado através da associação cruzada de alternativas e critérios; na SSM, o julgamento, principalmente do analista, é condenado durante a observação do mundo real. Ele não deve prejudicar e sim observar e tentar descrever a situação como se apresenta de fato. A análise da situação e do sujeito observado deve ser comparada com outras situações referenciadas, indo em direção à negociação com intuito de evitar, sempre que possível, a quantificação.

II) A SSM estuda situações problemáticas – sentimentos de incerteza ou preocupações algumas vezes não tão facilmente identificadas. A metodologia não inclui qual-

quer técnica para determinar ou mesmo otimizar algumas funções de preferência, nem fornece nenhuma direção específica de como fazer. De fato, as preferências individuais dos vários atores não são externamente formalizadas e combinadas. Exceto o recurso dos sistemas de pensamento, o processo usado é inteiramente *ad hoc*, culminando em um debate construtivo.

CONCLUSÃO

A SSM pode ser usada como metodologia de estruturação de problemas para posterior utilização de algoritmos/métodos do AMD na solução dos mesmos. Pode ser estudada a validade do uso da Teoria dos Conjuntos Nebulosos [7][19][26] para o tratamento das possibilidades identificadas pela PO Soft.

As possibilidades da mudança organizacional em virtude de sua cultura normalmente implica que a solução deva ser um compromisso assumido, independente de qualquer conflito de objetivos derivado da visão de mundo de cada ator. Neste sentido, a SSM pode ser considerada um AMD, altamente efetiva para mudar situações que envolvam múltiplos atores.

Entretanto, sua capacidade para situações de conflito que necessitam de simples tomadas de decisões é um tanto quanto problemática, principalmente se não houver visões opostas, o debate interno permanecerá e uma simples tomada de decisão pode não ser efetiva. A utilização de alguns algoritmos/métodos do AMD nessa direção pode ser muito útil.

O Metajogo pode ser usado para identificar e tentar corrigir a inconsistência dos decisores, permitindo assim uma rápida aplicação dos algoritmos do AMD.

O Hiperjogo pode ser utilizado como auxílio de estruturação de problemas a serem resolvidos pela Família de Métodos Interativos do AMD. Posteriormente, pode-

se fazer uma análise de sensibilidade entre o resultado do Hiperjogo e o resultado obtido pelo(s) algoritmo(s) do AMD.

As matrizes e tabelas de opções geradas, quando é utilizado o Hiperjogo na resolução de um problema, podem ser reduzidas, retirando-se delas o conhecimento essencial e não dúbio através da utilização da Teoria dos Conjuntos Aproximativos (TCA) [19][43].

O estudo e implementação das conclusões acima são campo fértil para a pesquisa, podendo ser sugestões para dissertações de mestrado e/ou teses de doutorado.

Vislumbra-se uma linha de pesquisa que unifique a PO *Soft* e o AMD, onde a PO *Soft* seria a *Escola Britânica do AMD*; e/ou uma nova denominação que agrupe as Escolas do AMD e a PO *Soft*.

CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<ADMINISTRAÇÃO>/Decisão;/ Apoio à decisão; AMD; Macbethi; PO *Soft*; SSM; Megajogo; Hiperjogo; SODA;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMARAL, Daniel Capaldo & Targino De Araújo Filho. (1998). *Aplicação Da Metodologia Soda no Processo de Desenvolvimento de Produto*, XVIII ENEGEP, UFF, RJ.
- [2] BENNETT, P. G. (1985). *On linking approaches to decision-aiding issues and prospects*. J. Opl Res. Soc., n. 36, p. 659-669.
- [3] BENNETT, P.G. & CROPPER, S.A. (1986). *Helping people choose: conflict and other perspectives, in Further Developments in O. R.* (Eds. V. Belton and R. O'Keefe), Pergamon, Oxford.
- [4] BINDER, F. V. (1994). *Sistemas de Apoio à Decisão*; Editora ÉRICA.
- [5] BOUYSSOU, Denis, (1996), "Outranking Relations: Do They Have Special Properties?", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 5, pp. 99-111.
- [6] BUCHANAN, John T. & Modechai I Henig. (1994). *Decision Making by Multiple Criteria: A Concept of Solution*; XIth International Conference on MCDM; Coimbra; Portugal.
- [7] BUCKLEY, J. J. (1985). *Fuzzy Hierarchical Analysis: Fuzzy Sets and Systems*; volume 17; Number 3; page 233-247; North-Holland.
- [8] CHECKLAND, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Wiley, Chichester.
- [9] CHECKLAND, P. (1985) *From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990s*. Journal Operational Research Society, vol.36, no.9, p. 757-767.
- [10] COSTA, Carlos A. Bana e. (1993). *Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, atores e ações*; Curso "Ambiente: Fundamentalismos e Pragmatismos"; Seminário Pedro Nunes; Convento da Arrábida; Porto; Portugal.
- [11] COSTA, Carlos A. Bana & Manuel C. de Almeida. (1990). *MENSOR - Método Multicritério para Segmentação Ordenada*; Revista Investigação Operacional; número 1; vol. 10; pág. 19 a 28.
- [12] COSTA, Carlos Antonio Bana e. (1992). *Structuration, construction et exploitation d'un modèle d'Aide à la Decision*. Thèse de doctorat pour l'obtention du titre de Docteur en Ingénierie de Systèmes. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico.
- [13] COSTA, J. J. SERRA, 1977, *Teoria da Decisão, Um Enfoque Objetivo*. Segunda Edição, Editora Rio, Brasil.
- [14] DAELLENBACH, H. G. (1994). *Multiple Criteria Decision Making Within Checkland's Soft Systems Methodology*, XIth International Conference on MCDM; Coimbra; Portugal.
- [15] DOIGNON, J. P. (1987). *Threshold Representations of Multiple Semiorders*. SIAM Journal of Algebraic Discrete Methods, 8, p. 77-84.

- [16] EDEN, C. (1989). *SODA and Cognitive Mapping in Practice*. In: ROSENHEAD, J Rational Analysis for a Problematic World. Wiley, page 43-70.
- [17] GOMES, Carlos F. Simões, GOMES, Luiz F. Autran M., (1995,) "Logistic Analysis for War Ships through a Fuzzy Rough Multicriteria Model". In: *Proceedings of the International Conference on Industrial Logistics, ICIL 95, session military logistics*, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, December.
- [18] GOMES, Carlos Francisco Simões. & Luiz F. A. M. Gomes. (1997). *One Application of the Fuzzy-Rough Multiple Criteria Decision Methodology ALINA in an Industrial Production Process, executing a Logistic Prioritization of the Supplies Alternatives*, XIII International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Cape Town, África do Sul.
- [19] GOMES, Carlos F. Simões, GOMES, Luiz F. Autran M., (1995), "ALINA - A Fuzzy Rough Multicriteria Model for War Ship Logistics Decision Aiding". In: *Proceedings of the Sixth International Fuzzy Systems Association World Congress, IFSA 95*, v. II, pp. 17-19, São Paulo, SP, Brasil, July.
- [20] HAMMOND, K. R. (1976). *Externalizing the parameters of quasi rational thought*, in M Zeleny, Ed., *Multiple Criteria Decision Making*, Springer Verlag, 75-96.
- [21] HILLIER, Frederick S., LIEBERMAN, Gerald J., (1980), *Introduction to Operations Research*. Third Edition, Holden-Day, Inc.
- [22] HOWARD, N. (1971). *Paradoxes of Rationality*. MIT Press.
- [23] HOPWOOD, A. G. (1980). *The organizational and behavioral aspects of budgeting and control, in topics in management accounting*, Philip Allen, Deddington, p. 221-240.
- [24] KLEKAMP, ROBERT C., THIERAUF, Robert J., (1975), *Decision Making Through Operations Research*. Second Edition. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- [25] KELLY, G. A. (1955). *The Psychology of personal constructs: a Theory of Personality*. New York, Norton.
- [26] KLIR, George J. & Bo Yuan. (1996). *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems*, Advances in Fuzzy Systems - Applications and Theory Vol. 6.
- [27] MARSHALL, Kneale T. & Robert M. Oliver. (1995). *Decision Making and Forecasting*; McGraw Hill; Inc.
- [28] PARETO, Vilfredo, (1996), *Manual de Economia Política*. Título original: *Manual d'Economia Política*, tradução para o português, Editora Nova Cultural, São Paulo, SP, Brasil
- [29] PATCHING, D. (1990) *Practical Soft Systems Analysis*. London: Pitman Publishing
- [30] PHILLIPS, L. (1982). *Requisite decision modelling a case study*. J. Opl Res. Soc., v. 33, p. 303-312.
- [31] ROSENHEAD, J. (1989). *Rational Analysis for a Problematic World: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*. New York John Wiley & Sons.
- [32] ROSNAY J. (1996). *Le macroscopie vers une vision globale* (1ère édition, 1975). Apud, Iaccarino.
- [33] ROY, Bernard. (1977). "A Conceptual Framework for a Descriptive Theory of Decision Aid", *Studies in the Management Sciences*, vol 6; pp 179-210
- [34] ROY, Bernard, (1985), *Methodologie Multicritere d'Aide à la Décision*. Paris, Editora Econômica, France.
- [35] ROY, Bernard, (1988), "The Outranking Approach and The Foundation of ELECTRE Methods". In: *Third International Summer School "Multiple Criteria Decision Aid: Methods, Applications and Software"*, Monte Estoril, Portugal, Julho.
- [36] ROY, Bernard. (1989), *The Outranking Approach and the Formulations of ELECTRE Methods*, In: Document du Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à Décision, Université Paris-Dauphine, Lamsade, Paris, France.
- [37] ROY, Bernard, BOUYSSON, Denis, (1993), *Aide à la décision fondée sur une PAMC de type ELECTRE*. Editora Econômica, pp. 270-271 et 414-433, France.
- [38] ROY, Bernard, BOUYSSON, Denis, (1993), *Aide Multiple a la Decision: Methods et cas (in English "Multiple Criteria Decision Aid: Methods and Case Studies")*. Editora Econômica, France.
- [39] ROY, Bernard, VANDERPOOTEN, Daniel, (1995), "The European School of MCDA: A Historical Review". In: *EURO XIVth Conference*, Lamsade, Université Paris-Dauphine, Paris, France.
- [40] ROY, Bernard, VANDERPOOTEN, Daniel, (1996), "The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 5, pp. 22-38.
- [41] SAATY, Thomas L. (1991). *Método de Análise Hierárquica*; McGraw HILL.
- [42] SCHWENK, Charles & Howard Thomas (1983). *Formulating the mess: The role of decision Aids in problem formulating*. Omega International Journal of Management Science, vol. 11, no. 3, p.239-252.
- [43] SLOWINSKI, Roman & Salvatore Greco & Benedetto Matarazzo.(1998). *New Developments in the Rough Set Approach to Multi-Attribute Decision Analysis*, Tutorials and Research Reviews, 16th European Conference on Operational Research, Belgium.

- [44] SOARES, V. (1997). *Aplicação da metodologia de análise dos sistemas complexos em uma empresa operadora de transporte público urbano*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, R.J.
- [45] STEUER, Ralph E. & Lorraine R. Gardiner. (1994). *Unified Interactive Multiple Objective Programming*; European Journal of Operational Research; páginas 391 a 406.
- [46] STEUER, Ralph E. (1989). *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application*; Robert E. Krieger Publishing Company; INC.
- [47] VANDERPOOTEN, Daniel (1995). *The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works*; Cahier du LAMSADE; Université Paris-Dauphine; Unité de Recherche Associée au CNRS n 825.
- [48] VASSNICK, J. C. & C.A. BANA e COSTA, (1994) *The Macbeth Approach. General Overview and Applications*, XIth International Conference on MCDM; Coimbra; Portugal.
- [49] VINCKE, Philippe (1992). *Multicriteria Decision-Aid*, John Wiley & Sons.
- [50] WHITE, JOHN DOUGLAS, 1975, *Decision Methodology - A formalization of the OR process*, Ed. John Wiley and Sons, Ltd., London, UK.
- [51] YAGER, Ronald R., LAMATA, Maria Teresa, (1996), "Aggregation of Nonnumeric Payoffs for Decision Making Under Uncertainty". In: *Proceedings of Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems. IPMU 96*, v. 1, pp. 37-42, Granada, Espanha, July.

A crítica, mesmo injusta,
 não é tão contundente como
 o silêncio.

Charles Wagner