

Escolha dos métodos de multicritério a tomada de decisão com o auxílio de um sistema especialista formulado a partir de um fluxograma**Choice of multicriteria methods to decision making with the aid of a specialist system formulated from a flowchart**

Recebimento dos originais: 15/08/2018

Aceitação para publicação: 22/09/2018

Maria Madalena Guerra Ferreira

Bacharel em Engenharia de Produção

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará

Endereço: Avenida Governador José Malcher, 1963, 66060-230, Belém, Pará, Brasil

Email: gferreirammadalena@gmail.com

Samuel Natividade Ferreira Júnior

Bacharel em Engenharia de Produção

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará

Endereço: Avenida Governador José Malcher, 1963, 66060-230, Belém, Pará, Brasil

Email: Samuell.natividade@gmail.com

Jordana Ramalho de Sousa

Bacharel em Engenharia de Produção

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará

Endereço: Avenida Governador José Malcher, 1963, 66060-230, Belém, Pará, Brasil

Email: jordanarmlh@gmail.com

Thiago Yugi Eguchi

Bacharel em Engenharia de Produção

Instituição: Centro Universitário do Estado do Pará

Endereço: Avenida Governador José Malcher, 1963, 66060-230, Belém, Pará, Brasil

Email: thiagoeguchi@hotmail.com

Ruy Gomes da Silva

Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas

Instituição: Pontifícia Católica Universidade do Paraná

Endereço: R. Imac. Conceição, 1155, 80215-901, Curitiba, Paraná, Brasil

Email: ruyrgs@gmail.com

Cláudio Mauro Vieira Serra

Especialista em Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Estadual do Pará

Endereço: Rua do Una, 156, 66.050-540, Belém, Pará, Brasil

Email: cmvserra@gmail.com

RESUMO

A tomada de decisão nas organizações vem sendo uma tarefa cada vez mais complexa para o gestor, no qual pode ser chamado de decisor, pela dificuldade de assimilar o método, ou por simplesmente não saber a existência e ferramentas usuais para auxiliar a tomada de decisão, tornando-se extremamente estratégico e eficaz em qualquer organização. A partir disso, o AMD (Apoio Multicritério a Decisão) possui diversos métodos de tomada de decisão, e possui uma subdivisão caracterizada como escolas americanas e francesa, entretanto atualmente ressalta-se a aplicação de métodos compensatórios e não-compensatórios com problemáticas distintas. Desta forma, o tomador de decisão precisa se familiarizar com todos os métodos para que seu resultado seja otimizado, e conseqüentemente seu problema solucionado de modo eficiente. O presente artigo trará como proposta a elaboração de um fluxograma, com base em três métodos de AMD que são os métodos AHP (Análise Hierárquica de Processos), Electre (Elimination et choix Traduisant la Réalité) e o Prometheé (Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluations), após isto, o sistema especialista será desenvolvido, no qual será obtido a partir do fluxograma com as características e peculiaridades dos métodos de tomada de decisão. Ou seja, o sistema especialista responderá de acordo com as circunstâncias do usuário a melhor alternativa ou método a ser utilizado naquela circunstância em que o tomador de decisão se encontra. Cumpri salientar que o sistema especialista será elaborado pelo Software Expert Sinta tornando-se o passo a passo de suporte ao decisor e assimilar o raciocínio que consiga enquadrar os três tipos de métodos abordados, para que as peculiaridades do decisor sejam supridas. E assim aplica-lo na problemática obtendo seu melhor resultado.

Palavras-chave: Apoio Multicritério a Decisão, Fluxograma, Sistema Especialista.

ABSTRACT

Decision-making in organizations has become an increasingly complex task for the manager, in which he can be called a decision-maker, difficulty in assimilating the method, or simply not knowing the existence and the usual tools to aid decision making, making it extremely strategic and effective in any organization. From this, the AMD (Multicriteria Decision Support) has several methods of decision making, and has a subdivision characterized as American and French schools, but nowadays it is emphasized the application of compensatory and non-compensatory methods with different problems. In this way, the decision maker needs to familiarize himself with all methods so that his result is optimized, and consequently his problem solved efficiently. This paper will propose a flowchart based on three methods of AMD: AHP (Hierarchical Process Analysis), Electre (Elimination et Choix Traduisant la Réalité) and Prometheé (Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluations), after which, the expert system will be developed, in which it will be obtained from the flowchart with the characteristics and peculiarities of the decision-making methods. That is, the expert system will respond according to the circumstances of the user the best alternative or method to be used in that circumstance in which the decision maker is. I would like to emphasize that the expert system will be elaborated by the Expert Expert Software becoming the step-by-step support decision-maker and assimilate the reasoning that can fit the three types of methods addressed, so that the peculiarities of the decision maker are met. And so apply it in the problematic obtaining its best result.

Key words: Multicriteria Decision Support, Flowchart, Expert System.

1 INTRODUÇÃO

É notória a necessidade de tomar decisões mais assertivas, tanto em empresas quanto na vida pessoal, devido ao fato de que a decisão tomada hoje impacta de forma acentuada no tempo futuro. Para Slack (2002) o sucesso de um empreendimento, depende fielmente de seu planejamento, com o desenvolvimento de processo, técnicas e atitudes administrativas, as quais facilitam a tomada de decisão. Pode-se dizer que um dos pilares centrais para um bom planejamento são as decisões realizadas de forma estratégica.

Tal temática é justificada por quesitos que tudo e todos necessitam agir de forma coerente e concisa para assim ter o resultado esperado. Com isso, o presente estudo explorará, métodos de Apoio Multicritério a Decisão, que possuem algoritmos capazes de aprofundar de forma quantitativa e, assim, escolher a melhor opção dentre o universo de alternativas possíveis.

Almeida (2013) exemplifica uma situação, em que há ao menos duas alternativas para serem escolhidas, dos quais são conduzidas pela capacidade de atender múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes. Aos objetivos são atribuídas variáveis que permitem a comparação de cada alternativa, onde essas variáveis podem ser chamadas de critérios, atributos ou dimensões.

O mesmo autor afirma que também que, em meados do século passado, os estudos se intensificaram dando ênfase na tomada de decisão, cujo objetivo é de se obter o melhor resultado de qualquer escolha a ser tomada. Existem diversos métodos disponíveis e estes se tornam cada vez mais requisitados por sua precisão. Porém, para que isso ocorra, é importante que a metodologia escolhida seja condizente com a situação.

Mediante a problemática, surgem os seguintes questionamentos: é possível elaborar um fluxograma que seja capaz de auxiliar os decisores à escolha do melhor método de tomada de decisão? E indo mais além: com a assistência de um sistema especialista, será possível dar suporte para visualização da situação, pela automatização do fluxograma?

Para a realização do fluxo decisório foram necessárias pesquisas bibliográficas. Como estratégia metodológica, fora considerada de caráter explicativo, já que o trabalho apresenta alto investimento em estudos, cujo objetivo é de filtrar as informações através de um fluxograma.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesta seção é demonstrado o referencial teórico, que fora usado para confirmar a aplicação do objeto de estudo. Após verificar o histórico do processo de tomada de decisão, o apoio multicritério a decisão, suas escolas e seus respectivos métodos, terão um tópico destinado ao tema do sistema especialista e um *software* conhecido por *Expert SINTA*.

Vale salientar que, o foco do artigo é o desenvolvimento de um fluxograma e posteriormente aplicá-lo no *software*. Todavia, não será abordado o detalhamento de modelos matemáticos, ou seja, não será explorado os algoritmos de tais famílias e suas respectivas variações.

2.1 PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO

Gomes, Araya e Carignano (2011) explicam que antigamente a ferramenta que prevalecia para tomar decisões em ambientes de incerteza era a esperança matemática. Tal cenário foi alterado durante a Segunda Guerra Mundial, onde surgiu a Pesquisa Operacional cuja intenção principal era a resolução de problemas logísticos militares enfrentados na época.

Deliberando ainda o uso da Pesquisa Operacional para a análise e preparação de decisões, tempos há frente será conhecida por processo de tomada de decisão. Gomes, Araya e Carignano (2011) ressaltam que surgiram os primeiros métodos de Apoio a Multicritério à Decisão (AMD), em 1970, com a finalidade de enfrentar situações específicas.

A tomada de decisão está sempre presente no cotidiano, com isso torna-se cada vez mais importante para todos os indivíduos decidirem pelas melhores alternativas. Para Gomes e Moreira (1998) todo ser humano, independente de idade, posição ou circunstância, é cercado de decisões a serem tomadas, seja a escolha de um automóvel ou a escolha de um piloto de Fórmula1 a ser contratado.

O cenário complexo, onde o mundo encontra-se atualmente, traz a necessidade de métodos para tomadas de decisões com máxima eficiência, no qual a chance de obtenção de sucesso em negócios é bem maior (Gomes, Araya e Carignano 2011). Para Marins, Souza e Barros (2009) a tomada de decisão em cenários complexos é dificultada por envolver dados imprecisos ou incompletos, múltiplos critérios e inúmeros agentes de decisão.

Para Vilas Boas (2006) *apud* Martins (1996), identifica tais atores – “facilitadores” e “decisores”. Todavia o papel de “facilitador” é de esclarecer o processo de decisão e a partir disso construir um modelo que considere os pontos de vistas com seus respectivos valores. Já os “decisores” devem delegar o poder de decisão, e caso necessário intervir na construção e na utilização do modelo como ferramenta de avaliação.

A partir da presente etapa do estudo, pode-se definir a tomada de decisão como um esforço para resolver o dilema com objetivos conflitantes, com a possibilidade de ter ou não mais de um critério a ser explorado, ou ter peculiaridades em suas variáveis de entrada e/ou do resultado final.

2.2 APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO (AMD)

Segundo Gomes, Araya e Carignano (2011), o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) é uma atividade baseada em modelos claramente apresentados, ajuda na obtenção de elementos de respostas, as questões de um decisor no decorrer do processo. Esses elementos têm como objetivo esclarecer cada decisão e, normalmente, recomendá-la ou simplesmente favorecê-la.

Vale ressaltar que, o objetivo da AMD é fornecer ao decisor ferramentas que auxiliem na sua tomada de decisão, onde apresentará pontos de vistas contraditórias que irão auxiliar o decisor. O que significa que a tomada de decisão não necessariamente será a ótima para todos os critérios, mas sim a decisão que conseguirá englobar o balanceamento de todos os critérios positivamente (Figueiredo 2013 *apud* Belton e Stewart 2002).

Vilas Boas (2006) completa que a aplicação dos métodos de AMD, é apropriada para realizar comparação de alternativas sobre projetos e políticas, e com isso identificar o grau de impacto, as ações mais eficazes e as que devem ser modificadas. O grande desafio de tal método é o de identificar quais critérios são relevantes para o problema. Mateo (2012) relata que, o método de Tomada de Decisão Multiatributo, tem uma subdivisão: métodos da Escola Americana e Francesa.

2.2.1 Escolas americana e francesa

Moreira (2007) relata que a Escola Americana desenvolveu um dos métodos para tomada de decisão multicritério, na presença de critérios quantitativos e qualitativos, o chamado método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Baseado na representação hierárquica na resolução do problema, o método buscará uma medida global para cada uma das alternativas, através de uma comparação par a par de cada elemento em um determinado nível hierárquico.

De acordo com Gomes, Araya e Carignano (2011), foram desenvolvidos na Europa métodos denominados da Escola Francesa, na qual admitem um modelo mais flexível do problema, porque não pressupõem a comparação entre as alternativas e não impõe ao analista de decisão criar uma estruturação hierárquica dos critérios.

Para Zopounidis e Pardalos (2010), a família *Electre* foi amplamente usada no Apoio à Decisão de Múltiplos Critérios em problemas de decisão no mundo real. Uma das principais características dos métodos da família *Electre* representa uma nova definição do modelo de preferências, que pretende ser uma representação mais realista que usados na Teoria de Decisão.

Gomes, Araya e Carignano (2011) citam que *Promethee*, uma das famílias dos métodos da escola francesa de AMD, foi desenvolvido para tratar de problemas multicritério discretos, ou seja, quando o conjunto de alternativas possíveis é finito e consiste em construir uma relação sobre classificação de valores.

2.3 ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

Vargas (2010) considera o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), é dos principais modelos matemáticos de apoio à decisão disponível no mercado. Tal método foi estruturado para tomada de decisão em ambientes complexos em que os critérios são considerados para priorização e seleção de alternativas, ou seja, têm-se uma lógica hierárquica no resultado final.

Ayag e Ozdemir (2006) relatam algumas ponderações de tal método dentre quais: tornam-se mais usuais em aplicações com decisões *crisp*, ou seja, resultados categóricos; e não tem como prioridade incertezas; não mapeiam o julgamento critérios; a subjetividade dos julgamentos, seleção e preferência dos decisores tem grande influência em seu resultado.

O método abordado tem a habilidade de dividir o problema geral em avaliações de menor importância, enquanto mantém a participação desses segmentos na decisão global. Ou seja, ao encarar um problema complexo, fica mais viável dividi-lo em outros menores, para que quando solucionados individualmente serão somados, e assim representam a decisão do problema inicial buscada. (Silva, 2007).

De acordo com Marins, Souza e Barros (2009), tal método é dividido em três etapas: Construção de hierarquias; Definição de prioridades; Consistência lógica. Já Hora e Costa (2009) relata que, tal método, pode ser dividido em cinco passos: decompor o problema na hierarquia; coletar os dados; organizar os julgamentos obtidos no passo anterior dentro de uma matriz; calcular as prioridades; verificar a consistência das avaliações.

Vale ressaltar que, podem ser encontradas duas versões: AHP Clássico e AHP Multiplicativo. Ambas as versões possuem o mesmo objetivo de priorizar ou classificar as alternativas no final. Todavia tem-se a diferença de que o AHP Multiplicativo gera resultados bastante detalhados, por usar mais de um avaliador e com isso a chance de deixar a decisão ser influenciado pelos efeitos pessoais na avaliação torna-se extremamente pequena (Gomes, Araya e Carignano 2011).

2.4 ELIMINATION AND CHOICE EXPRESSING REALITY (ELECTRE)

Leite e Freitas (2012), afirmam que *Electre* significa Eliminação e Escolha como Expressão da Realidade. Criado por Roy, na década de 60, cujo objetivo é de escolher a melhor alternativa entre um conjunto de ações. Os autores ainda afirmam que existem seis versões do método *Electre* (IS, I, II, III, IV, TRI), mesmo por partirem do mesmo princípio, ocorre pequenas divergências na matemática dos algoritmos.

Para Gomes, Araya e Carignano (2011), os métodos *Electre* consideram os pesos como uma medida da importância que cada critério tem para o decisor, e não como uma taxa marginal de

substituição, visto que as avaliações de cada alternativa nos diferentes critérios não se reúnem em uma avaliação global. Esses métodos empregam a informação dos pesos com a finalidade de construir índices de concordância e discordância.

Freitas e Costa (1998) enumeram as etapas do *Electre*: identificação do conjunto de alternativas e de critérios; determinação da escala de julgamento de valores e dos limites de preferência e de indiferença; coletar dados e informações com foco no julgamento com o grau de importância; analisar dados obtidos na etapa; determinar o grau de importância, de satisfação, de classificação e de concordância; e assim interpretar os resultados.

Gomes, Araya e Carignano (2011) afirmam que existem algumas diferenças entre as versões do método *Electre*. Afirmam ainda que o *Electre IV* é o único que não utiliza peso, pois funciona como uma sequência de relações de superação agrupadas. Tais autores (2011, p. 11) afirmam que: “ (...) o decisor, em geral e em razão de suas preferências, alguns atributos terão maior importância que outros. A medida da importância relativa dos atributos para o decisor denomina-se peso ou ponderação”.

Podem-se encontrar mais algumas peculiaridades da família, da escola francesa, *Electre*. Conforme mostra no Quadro 1:

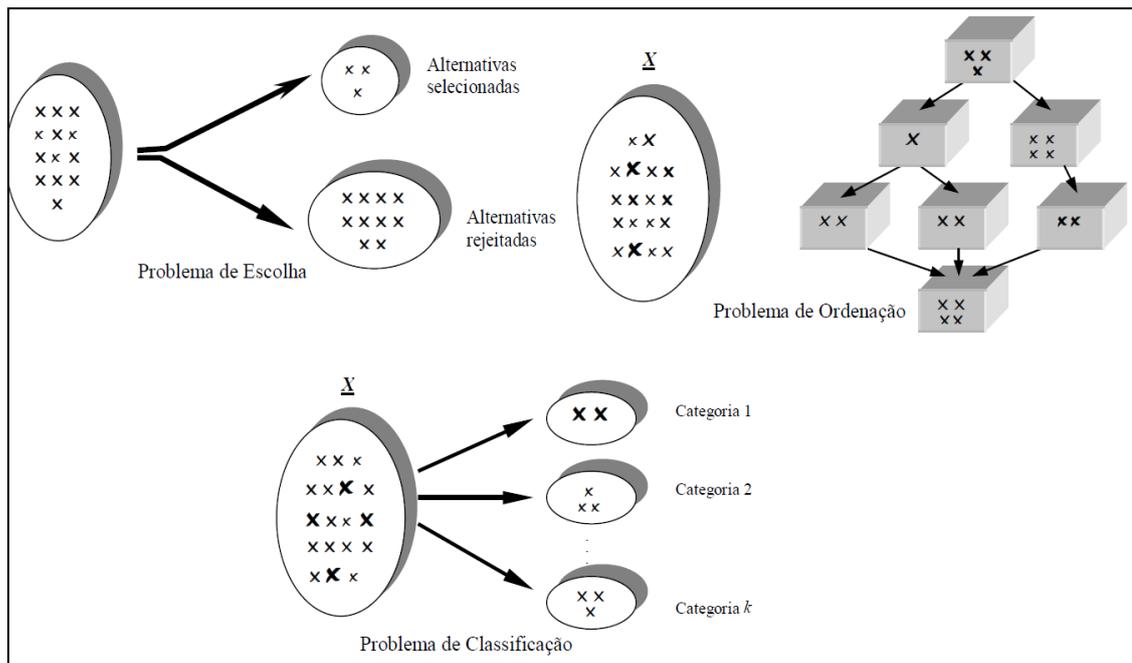
Quadro 1 – Versões dos métodos da Família *Electre*

Versão	Autor	Ano	Tipo de problema	Tipo de critério	Utiliza peso
I	Roy	1968	Seleção	Simples	Sim
II	Roy e Bartier	1973	Ordenação	Simples	Sim
III	Roy	1978	Ordenação	Pseudo	Sim
IV	Roy e Hugonnard	1982	Ordenação	Pseudo	Não
IS	Roy e Skalka	1985	Seleção	Pseudo	Sim
TRI	Yu Wei	1992	Classificação	Pseudo	Sim

Fonte: Gomes, Araya e Carignano (2011)

Conforme ilustrado no Quadro 1 os pseudocritérios, encontram-se nas versões III, IV, IS e TRI do *Electre*, tem como objetivo delimitar com maior precisão as situações de preferência de parâmetros que funcionam como limites de tolerância para a transição de uma situação de preferência a outra, quando as alternativas são comparáveis. Mostrado também, que a família *Electre* têm tipos de problemas dentre os quais: Seleção, Ordenação e Classificação, explicados na Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Exemplificação de Problemas de Seleção, Ordenação, Classificação



Fonte: Adaptação de Freitas e Costa (1998)

Os problemas do tipo de seleção podem assim ser descritos: selecionam-se o (s) melhor (res) elemento (os) do meio; o de ordenação: ordenam-se as alternativas da melhor para a pior; e por fim o de classificação: classificam-se os elementos, ou seja, coloca-os em categorias.

2.5 PREFERENCE RANKING ORGANIZATION METHOD OF ENRICHMENT EVALUATIONS (PROMETHEE)

O método *Promethee* foi apresentado primeiramente em 1984, e seu objetivo é de resolver problemas de ordenação e aplicar em sistemas que envolvam lógica nebulosa. Pode-se ser considerado uma ramificação do *Electre*, porém com uma vulnerabilidade maior em subjetividades, principalmente para parâmetros técnicos. Todavia demonstra maior resistência quando comparado aos outros métodos do AMD, estabelecendo maior certeza nos resultados (Campos 2011).

Esse método foi desenvolvido para tratar de problemas multicritério discretos, isto é, quando o conjunto de alternativas possíveis é finito. Dentro desse método há as quatro ramificações, *Promethee* I, II, III e IV. Gomes, Araya e Carignano (2011), ressaltam que tal método tem como objetivo solucionar problemas, em ordem de prioridades.

Conforme visto, foram realizadas diversas pesquisas sobre os métodos multicritérios das escolas para ter um amplo embasamento teórico, com objetivo de ter o resultado esperado: o fluxo

decisório para a escolha de qual melhor método de tomada de decisão. A partir de tal ferramenta, foi posto em prática o sistema especialista, com o auxílio do *software Expert SINTA*.

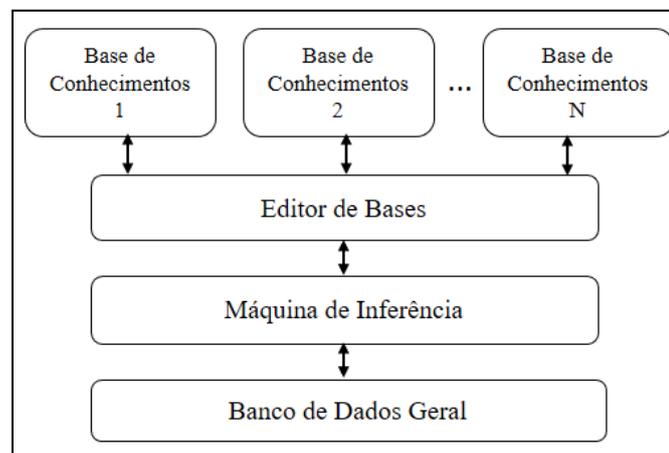
2.6 SISTEMAS ESPECIALISTAS (SE)

Para Xavier Py (2009), Inteligência Artificial possui vertentes dentre as quais, o Sistema Especialista, cujo objetivo de seu desenvolvimento, a facilitação para processar informações não numéricas e formular conclusões de forma direta. Fernandes (2003) *apud* Feigenbaum (1977) reforça que são sistemas que solucionam problemas que são solucionáveis por pessoas, que têm o conhecimento exigido, na resolução destes problemas.

Existem fatores críticos para o sucesso de um SE bem estruturado dentre os quais a visualização como um processo único e interativo (Fernandes 2003). Com isso, é possível adotar ferramentas para expressar o funcionamento do sistema especialista. Como exemplo, o próprio fluxograma onde é uma representação gráfica no processo decisório.

Pode-se utilizar o programa, qualquer especialista de qualquer área, porém com o intuito de criar seu próprio SE, mesmo sem o conhecimento nas linguagens de programação. A procura do esclarecimento do *Expert SINTA* encontra-se abaixo, de forma resumida, a arquitetura do *software*:

Figura 2 - Arquitetura Simplificada de um Sistema Especialista



Fonte: Manual do *Expert SINTA* (1998)

O *software Expert SINTA* é um programa computacional que utiliza técnicas de IA cujo objetivo é de simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas (Spirlandelli et al. 2011).

Ainda com o auxílio do Manual do *Expert SINTA*, e como é visto na figura acima e observado, existem quatro elementos fundamentais:

- Base de conhecimentos, representa os dados, fatos ou regras que um especialista tenha dito;
- Editor de bases, considerado o meio responsável pela colocação dos dados precisos, ou seja, é o que permite a implementação das bases de conhecimento;
- Máquina de inferência, é a parte responsável pelas deduções, análises e buscas da base de conhecimentos, pode-se ser comparada como o cérebro do SE;
- Banco de dados global, são as evidências apontadas pelo usuário do sistema especialista durante uma consulta.

3 RESULTADOS

A partir de tal pesquisa, pode-se encontrar um fluxograma desenvolvido pelos autores, sobre os seguintes métodos e suas ramificações: AHP (Clássico e Multiplicativo), *Electre* (IS, I, II, III, IV, TRIS) e *Promethee*.

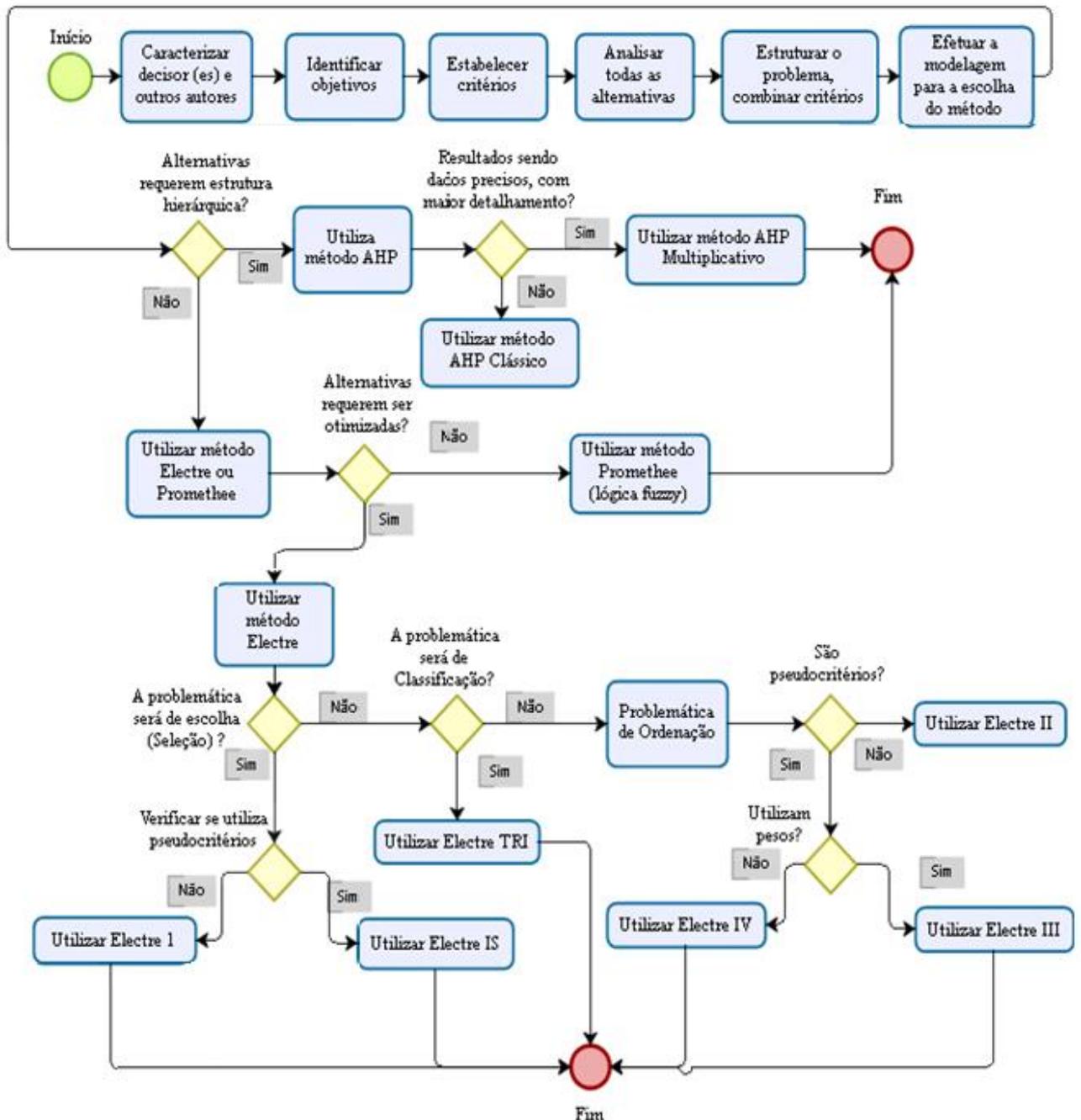
Os métodos abordados têm seus respectivos algoritmos, porém não é o foco desse estudo, como já dito anteriormente. Entretanto as características que os diferem estão explicadas no embasamento teórico, e na presente seção será aplicado o conhecimento em forma de fluxograma, com observações condizentes as características dos métodos. E no fim haverá a aplicação de tal ferramenta, no *software Expert SINTA*.

3.1 FLUXOGRAMA PARA A ESCOLHA DO MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO

Pode-se dizer que em todos, os três métodos explorados, têm-se a mesma forma de iniciar, no qual se deve a caracterização dos atores (decisores e facilitadores). Em seguida, identifica se o objetivo estabelece os critérios para analisar de forma correta as alternativas. A partir de tal etapa conclusa, deve-se estruturar o problema e combinar os critérios, para que ocorra a modelagem.

Para escolha do método a ser utilizado, têm-se algumas decisões a serem tomadas, já que tais métodos possuem características distintas. Portanto, o fluxograma da figura seguinte, demonstra tal fluxo decisório, para a escolha dos métodos AHP ou *Electre* ou *Promethee*, e suas respectivas variações.

Figura 3 - Fluxograma para Escolha dos Métodos de Tomada de Decisão



Fonte: Autores (2017)

Caso os resultados precisem ser disponibilizados de forma hierárquica, o método escolhido deverá ser o AHP. Todavia, como já descrito, tal método tem duas versões: Clássico e Multiplicativo, no qual o Multiplicativo necessita de resultados mais estruturado e explicativos, e por isso utiliza-se mais de um decisor (Gomes, Araya e Carignano 2011).

Caso não precise de hierarquia e sim de escolha direta de apenas uma alternativa, deve-se utilizar algum dos métodos da escola francesa. Na decisão para diferir tais métodos, deve-se questionar se requer uma grande quantidade de critérios, caso positiva a resposta o método

escolhido é o *Promethee*. Caso contrário, deve-se utilizar o *Electre*, cujo objetivo é sempre buscar alternativas otimizadas.

Para selecionar uma alternativa, têm-se como resposta utilizar o *Electre IS*, o qual utiliza os chamados pseudocritérios, caso não usar o método *Electre I*. Porém, se a problemática for de classificação, deve ser utilizado o *Electre TRI*, caso contrário, e forem adotados os critérios verdadeiros, têm-se o *Electre II*. Entretanto, se forem usados os pseudocritérios e utilizarem pesos têm-se o *Electre III*. E para o *Electre IV*, os critérios não utilizam critérios verdadeiros e nem pesos.

A partir do fluxo decisório, visto acima, percebe-se que quando escolhido o método deve ser implantado com seu respectivo algoritmo, obtendo-se assim um resultado mais assertivo. Tal ferramenta fora elaborada com auxílio do *Software Bizagi Process Modeler*.

3.2 OBSERVAÇÕES DO FLUXOGRAMA

No fluxograma, encontram-se expressões não usuais, com isso, serão explicadas tais peculiaridades. Abaixo observa-se, respectivamente, as principais diferenças, segundo Gomes, Araya e Carignano (2011), entre os métodos AHP, *Electre* e *Promethee*:

- a) Estrutura hierárquica, cujo significado é de colocar em ordem de maior importância;
- b) Alternativas otimizadas, objetivo de fazer que as melhores alternativas prevaleçam e assim seja feita a escolha final;
- c) Lógica *fuzzy*, é usada por possuir incertezas nas alternativas, ou seja, quando existe incerteza nas variáveis.

Todavia, há outras expressões que podem ser encontradas em mais de um método, como o caso da comparação paritária, que nada mais é do que a realização da comparação de um atributo por todos os outros atributos da situação. Já os critérios verdadeiros são caracterizados por incertezas na avaliação de cada ação, já os pseudocritérios são critérios que envolvem limites.

É notável que o *Electre* é o método que possui mais subdivisões. Vale ressaltar que o mesmo utiliza pesos com o objetivo de construir índices de concordância ou discordância, e os problemas encontrados podem ser do tipo: seleção, ordenação e classificação, já explicados no referencial teórico.

3.3 FLUXOGRAMA APLICADO NO SOFTWARE EXPERT SINTA

Com o auxílio do *Software SINTA*, foi desenvolvido o sistema especialista baseado no conhecimento das oportunidades de escolhas dos métodos das escolas americanas e francesas. Tal

Brazilian Applied Science Review

software possibilita a implantação de inúmeras regras e variáveis, cujo primeira etapa da modelagem é a inclusão das variáveis do seu problema e em seguida, a definição do objetivo.

Para a seleção do método, de acordo com a situação encontrada, o programa deverá ser respondido perante as perguntas apresentadas. Após a investigação, o sistema especialista fará a seleção para a escolha do método que mais se adequa ao determinado problema. Encontra-se a seguir, uma tabela explicativa com as respectivas variáveis, perguntas e valores, utilizadas no presente estudo de caso. Vale ressaltar que todas as alternativas são univaloradas, ou seja, aceita apenas uma única alternativa para ser assinalada ou como resposta:

Quadro 2 - Informações colocadas do SINTA

Variável	Pergunta	Valor
Hierarquia	Alternativas requerem estrutura hierarquia?	Sim/Não
Dados precisos	Requerem resultados precisos, detalhes?	Sim/Não
Otimização	Alternativas requerem ser otimizadas?	Sim/Não
Seleção	Problemática será de seleção?	Sim/Não
Classificação	Problemática será de classificação?	Sim/Não
Pseudocritérios	Utilizam pseudocritérios?	Sim/Não
Pesos	Utilizam pesos?	Sim/Não
Resultado	Resultado Encontrado	*

Fonte: Autores (2017)

(*) AHP (Clássico ou Multiplicativo), *Electre* (IS, I, II, III, IV ou TRI), *Promethee*.

Conforme visto e aplicado, o fluxograma auxiliou no fluxo decisório do desenvolvimento das regras a serem inseridas na base de conhecimento do sistema. A partir disso, é evidente que tornará mais rápida e eficiente a escolha dos métodos abordados.

4 CONCLUSÃO

Após a elaboração do fluxograma, pôde-se compreender melhor que as técnicas disponíveis possuem peculiaridades que se adequam perante certas situações. A partir dessas circunstâncias, também mostra-se viável a parceria com o *software Expert* SINTA, cuja finalidade é de facilitar tal passo a passo, por meio de sua automação.

Sobre os métodos abordados, torna-se complicado a exploração em demasia do *Promethee*, haja que este não é reconhecido como os demais, por não ter uma vasta bibliografia presente em estudos acadêmicos ou livros técnicos. É evidenciado que a maioria das vezes somente o método da escola americana e o *Electre* têm estudos afincos e aplicações.

Vale ressaltar, que o fluxograma apresentado, deve ser utilizado como apoio ao decisor, que não tem a certeza de qual método utilizar, no qual os presentes autores, também chamados de especialistas, aspiram que a ferramenta elaborada seja usada para pesquisas futuras, já que devido à abrangência do assunto encontram-se dificuldades para um estudo mais detalhado.

Neste sentido, a utilização de um *software* para escolha do melhor método de decisão permite que os usuários escolham de maneira mais eficiente a sua metodologia de acordo com a sua problemática, logo a alternativa que será escolhida tem maior potencialidade de ser a correta.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. Processo de Decisão nas Organizações, Construindo Modelos de Decisão Multicritério. Editora Atlas. (2013).

AYAG, Z. OZDEMIR, R. G. A Fuzzy AHP Approach to Evaluating Machine Tool Alternatives. Cigali: Springer. (2006).

CAMPOS, V. R. Modelo de Apoio à Decisão Multicritério para Priorização de Projetos de Saneamento. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. EESC/USP. São Carlos. (2011).

FERNANDES, A. M. R. Inteligência Artificial: Noções Gerais. Visual Books Editora. (2003).

FIGUEREIDO, C. J. J. Segurança Pública: Classificação das UDH's na cidade de Recife utilizando uma abordagem Multicritério. 2013. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. (2013).

FREITAS, A. P.; COSTA, H. G. Avaliação e Classificação da Qualidade de Serviços Utilizando uma Abordagem Multicritério, Revista Gestão e Produção. (1998).

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. Tomada de Decisões em Cenários Complexos. São Paulo: Cengage Learning. (2011).

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. Da informação a tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério. *Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia*. Recife. (1998).

HORA, H. R. M.; COSTA, H. G. Tomada de Decisão no MAPS: Uma Contribuição para Decisões Utilizando a Matriz AHP. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador – BA. (2009).

LEITE, I. M. S.; FREITAS, F. F. T. Análise Comparativa dos Métodos de Apoio Multicritério a Decisão: AHP, Electre, Promethee. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves – RS. (2012).

Manual Expert SINTA (1998).

Web-page. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFXUAB/manual-expert-SINTA>. Acessado em: 2017-02-03.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S. O Uso do Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisões Gerenciais – Um Estudo de Caso. XLI SBPO – Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. (2009).

MATEO, J. R. S. C. Multi-Criteria Analysis in the Renewable Energy Industry. Catanbria: Springer. (2012).

MOREIRA, R. A. Análise Multicritério dos Projetos do SEBRAE/RJ Através do Electre IV. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc. Dissertação de Mestrado em Administração das Faculdades Ibmecc. (2007).

SILVA, D. M. R. Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Certificação Digital Nº 0511098/CA Rio de Janeiro. (2007).

SLACK N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON R. Administração da Produção. Editora Atlas. (2002).

SPIRLANDELLI, L. P.; SANTOS, G. D., RODRIGUES, L.; BANDOS, M. F. C. Sistemas Especialistas: Um Estudo de Caso com o *Expert SINTA*. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica. Vol. 01. (2011).

Brazilian Applied Science Review

VARGAS, R. Utilizando a Programação Multicritério (AHP) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio. PMI Global Congress 2010 – North America Washington - DC – EUA. (2010).

VILAS BOAS, C. L. Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Aplicado a Uso Múltiplo de Reservatórios: Estudo da Barragem do Ribeirão João Leite. Universidade de Brasília – UNB Monografia de Mestrado Em Gestão Econômica Do Meio Ambiente. Brasília. (2006).

XAVIER PY. Sistemas Especialistas: Uma Introdução. Dissertação de Mestrado, Instituto de Informática Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. (2009).

ZOPOUNIDIS, C.; PARDALOS, P. Handbook of Multicriteria Analysis. New York: Springer. (2010).