

MEG - PROPOSTA DE UM MÉTODO MULTICRITÉRIO DE SELEÇÃO DUPLA**Henrique Rego Monteiro da Hora**Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria, 156, sala 309 Bloco D, São Domingos, Niterói - RJ
dahora at gmail dot com**Helder Gomes Costa**Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria, 156, sala 309 Bloco D, São Domingos, Niterói - RJ
hgc at vm dot uff dot br**Marjorie Amaral Brasileiro**Instituto Superior de Educação do CENSA
Rua Salvador Correa, 139 . Centro, Campos dos Goytacazes - RJ
marjorie_brasileiro at hotmail dot com**José Luiz Azevedo Santos**Instituto Superior de Educação do CENSA
Rua Salvador Correa, 139 . Centro, Campos dos Goytacazes - RJ
jluiz_as at yahoo dot com dot br**RESUMO**

Dentre as várias problemáticas abordadas pelos métodos multicritérios de apoio à decisão (seleção, ordenação, classificação e descrição), não é encontrado um que se ocupe de selecionar um conjunto de tamanho pré-determinado como melhor que os demais, considerando a dinâmica entre os critérios adotados. Este trabalho se ocupa em apresentar e ilustrar um método multicritério que procura resolver o problema de escolha dupla, que consiste em num dado conjunto de alternativas, escolher não as duas melhores, e sim o melhor conjunto de duas alternativas. Para tal, junto com a apresentação do método, é proposta também uma ilustração de seu funcionamento na resolução de um problema de recrutamento de duas posições entre dez alternativas, considerando dezoito critérios. Uma vez que deseja-se escolher duas alternativas em dez na realidade tem-se um conjunto de quarenta e cinco combinações possíveis. O método proposto - MEG - apresenta-se eficaz ao comparar que as duas alternativas melhor colocadas em um ordenamento ponderado não são, necessariamente, o melhor conjunto de duas alternativas.

Palavras-chaves: Tomada de Decisão, Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão, Seleção dupla.

AMD - Apoio à Decisão Multicritério**MEG - PROPOSAL OF A MULTICRITERIA METHOD FOR DOUBLE SELECTION****ABSTRACT**

Among the various problematics addressed by the multicriteria methods of decision aid (selection, ranking, classification and description), none can be found which is focused in selecting a set of predetermined size as better than the others, considering the dynamics among the adopted criteria. This research aims at introducing and illustrating a multicriteria method which tries to solve the double selection problem, which consists of in a given set of alternatives not by choosing the two best ones, but the best set of two alternatives. For such, together with the introduction of the method, an illustration of its functioning is also proposed in the solution of a recruiting problem for two positions among ten alternatives, considering eighteen criteria. Once it is wanted to choose two alternatives out of ten, actually there is a set of forty-five possible combinations. The proposed method - MEG - shows itself efficient in comparing that the two alternatives best placed in a weighted ranking are not, necessarily, the best set of two alternatives.

Keywords: Decision making, Multicriteria Methodology for Decision Aid, Double selection.

1. Introdução

O termo decisão envolve diversos níveis de responsabilidade, podendo afetar somente o decisor, bem como seus colaboradores diretos e também a organização como um todo (Stein, 2009). O decisor por sua vez tem por obrigação tomar a decisão certa no momento certo, pois num mundo globalizado onde informações e tecnologias estão em constante mudanças, a decisão se torna cada vez mais difícil e complexa, sofrendo influências de múltiplos critérios (Gomes; Gomes; Almeida, 2009).

Na tomada de decisão multicriterial, também conhecida como *Multi-criteria Decision Making* (MCDM), existem vários métodos, onde em cada um deste o decisor ou um grupo do mesmo prioriza um grupo de critérios para a avaliação das alternativas e a uma posterior tomada de decisão, visando julgar as diferentes escolhas por diferentes critérios tornando uma alternativa mais “desejada” que a outra (Bhushan; Rai, 2004; Gomes, 2007).

A utilização dos métodos multicriteriais é de suma importância em problemas complexos, pois estes apresentam diversas alternativas a serem escolhidas diante dos vários critérios a serem analisados e ponderados (Romero, 1996). “Esta área do conhecimento possui um amplo conjunto de ferramentas cujo objetivo é auxiliar um indivíduo ou grupo de pessoas (decisor) no desenvolvimento de um processo de decisão” (Miranda; Almeida, 2003).

Dois escolas se destacaram no ambiente de tomada de decisão e se tornaram referências para qualquer novo método que venha a surgir, são essas a Escola Americana e a Escola Francesa (também conhecida como Escola Européia), sendo assim, os métodos já desenvolvidos por essas duas escolas se tornam os pilares para realização de novos trabalhos. Os principais métodos da escola americana são: O AHP e a Teoria da Utilidade Multiatributo - MAUT; já os da escola francesa são as famílias ELECTRE e PROMETHEE (Almeida; Costa, 2003; Bhushan; Rai, 2004; Gomes, 2007).

Os métodos de decisão multicriterial existentes se fundamentam em prestar auxílio ao decisor na escolha da melhor alternativa para alcançar o objetivo proposto (Gomes; Gomes; Almeida, 2009), de forma que quando necessário, a obtenção de duas melhores alternativas ou mais, esses métodos não podem ser considerados perfeitamente aplicáveis, devido a não levar em consideração os possíveis critérios conflitantes que por sua vez venha a existir entre as demais alternativas escolhidas, o que torna a tomada de decisão não tão eficaz quanto o desejado uma vez que nem todos os problemas e nem todas as decisões vão requerer apenas uma escolha.

“A escolha do método a ser empregado depende do tipo de problema em análise, do contexto estudado, dos atores envolvidos, da estrutura de preferência e do tipo de resposta que se deseja alcançar, ou seja, qual a problemática de referência” (Morais; Almeida, 2006).

De forma exemplificativa para ilustração da problemática abordada, tem-se a situação de uma dada empresa que fará comércio com a China (e. g.) inicia um processo seletivo para contratação de dois executivos. No processo de escolha, adotam-se vários critérios, e dá-se um grande peso ao critério “domínio de mandarim”, por tanto será beneficiado no problema de decisão aqueles que apresentarem esse critério constatado como fundamental, desde que nos outros critérios ele não gere um descontentamento.

Para o preenchimento das vagas, pode-se i) Utilizar um método para ordenação de alternativas, e contratar os dois melhores posicionados, ou ii) escolher o melhor de uma primeira ordenação e retirá-lo do conjunto de alternativas; redistribuir as ponderações dos critérios, uma vez que o critério “domínio de mandarim” não é mais tão crucial, e novamente; e gerar uma nova ordenação, e escolher a melhor opção desta segunda ordenação, dividindo o problema assim em duas etapas.

Se o problema em questão fosse a escolha de uma única alternativa, a situação (i) relatada acima seria suficiente para sua eleição, mas como é uma decisão dupla, de duas

alternativas concomitantemente, não há certeza nem que a situação (i) seja a melhor, nem que a situação (ii) também o seja, pois não há garantia que esta escolha de duas alternativas seja necessariamente o melhor conjunto de duas alternativas.

O objetivo deste trabalho é propor um método de seleção dupla, nomeado como “MEG” (*Modus Eligendi Geminus* em latim, ou “Método de Escolha Dupla” em vernáculo) que ofereça uma solução para a problemática apresentada.

2. Referencial Teórico

É notório que a todo instante necessita-se tomar decisões, sendo estas necessárias pelo fato de estarmos sempre diante de um problema que para sua solução apresente diversas alternativas, esta escolha pode ser baseada em parâmetros mensuráveis ora qualitativamente, ora quantitativamente (Bazerman, 2004). “Mesmo quando, para solucionar um problema, possuímos uma única ação a tomar, temos as alternativas de tomar ou não essa ação. Concentrar-se no problema certo possibilita direcionar corretamente todo o processo” (Gomes; Gomes; Almeida, 2009).

Toda situação a qual se tenha objetivos a serem alcançados ter-se-á presença do tomador de decisão, cabendo ao mesmo analisar e escolher as alternativas, de forma a seguir os métodos, informações e estratégias, sem que seja desconsiderada sua escala de valores, preferências e ponto de vista. Inevitavelmente ao optar por determinada alternativa solucionável estará se abrindo mão de outra, formalizando o processo de seleção (Abramczuk, 2009; Freitas; Marins; Souza, 2006).

Atualmente é percebido-se uma evolução contínua dos países, tornando o ambiente empresarial cada vez mais diversificado e competitivo. A competição gera inovação e dentro desse mercado globalizado a todo o momento estamos tomando decisões, tendo como meta buscar uma decisão rápida e eficiente para o determinado momento. Toda tomada de decisão engloba a análise de diversos métodos para avaliar alternativas distintas, e parte do objetivo de errar o menos possível, gerando ganhos e evolução no ambiente empresarial, sendo esta perceptível através da comparação do antes e depois da tomada da decisão (Gomes; González Araya; Carignano, 2004).

Para Costa; Brazil; Oliveira, (2003) a necessidade de se criar métodos específicos para o alcance de uma melhor escolha surge diante da abrangência do processo de tomada de decisão, devido a estes englobarem-se no âmbito pessoal, empresarial, de organizações e governos.

3.1. Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão

Segundo Gomes; Gomes; Almeida, (2009), o desenvolvimento de métodos com intuito de se chegar a uma solução ótima, na década de 50, pode ser classificado como métodos meramente matemáticos, os quais eram adaptados a situações distintas. Na década seguinte, com enfoque na tomada de decisão, dão início aos métodos probabilísticos com aplicabilidade em uma vasta variedade de trabalhos técnicos, porém estes vêm sendo substituídos por métodos fundamentados em máxima rigorosidade apresentando menos complexidade do que os métodos anteriores e classificados segundo o ponto de vista científico como excepcionalmente corretos. Ao avançar no tempo, em torno da década de 70, no ambiente multicriterial, surgem os primeiros métodos com direcionamento à problemas discretos, que apresentam como objetivo auxiliar os tomadores de decisão na escolha da solução mais viável para o problema levantado.

Roy & Vanderpooten (1996 *apud* Costa; Brazil; Oliveira, 2003), consideram que uma determinada metodologia classifica-se multicriterialmente quando a mesma apresenta em sua composição conceitos e bases fundamentais para possibilitar a estruturação e modelação da situação apresentada com intuito de se chegar a uma ou mais soluções ótimas. Para isso se faz necessário ainda ter uma visão ampla do problema para se identificar e possivelmente implementar ações técnicas para elaboração dos critérios a serem considerados.

Independente de qual método multicriterial seja escolhido para alcançar o resultado desejado, sempre estarão presentes os componentes característicos relacionados a problemas desta espécie, sendo eles para Malczewski (1999 *apud* Gomes; Gomes; Almeida, 2009): i) Objetivo; ii) Decisor(es); iii) Conjunto de critérios de decisão; iv) Conjunto de alternativas; v) Conjunto de estados da natureza; vi) Conseqüências das decisões.

Baseado em Belton (1999) sugere-se (Rocha, 2009) que a classificação das etapas do processo multicritério se dê de forma simplificada, conforme esquematizado e apresentado na Figura 1.

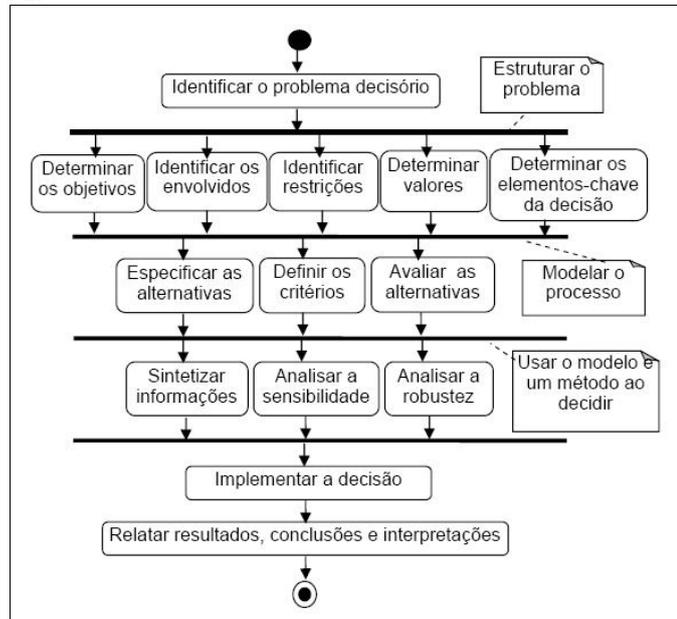


Figura 1: Diagrama de atividades das etapas do processo de auxílio Multicritério à Decisão.
Fonte: (Rocha, 2009).

Os métodos de Auxílio Multicritério à Decisão (AMD) partem do pressuposto que para a avaliação e seleção das alternativas, a parte do processo caracterizada humanamente, envolvendo o decisor ou mesmo a organização como um todo, apresentam importância equivalente a de programações e dos algoritmos, ou seja, para que o processo de tomada de decisão seja mais eficiente é necessário que exista um equilíbrio entre as partes mencionadas. Uma solução eficiente é obtida quando a alternativa a ser escolhida está em um parâmetro diferenciado das outras apresentadas, onde na avaliação dos critérios o seu desempenho seja superior a todas as outras alternativas em questão, não permitindo que nenhuma outra tenha superioridade nos critérios que estão sendo avaliados no processo decisório (Gomes; Gomes; Almeida, 2009).

3. Abordagem Metodológica

3.1. Classificação da Pesquisa

Segundo Silva; Menezes (2005) esta pesquisa é classificada do ponto de sua natureza, como aplicada, pois utiliza os princípios da teoria da decisão para desenvolvimento de uma proposta de solução alternativa. Do ponto de vista da abordagem ao problema, a pesquisa classifica-se como quantitativa, pois estabelece uma série relacionamentos numéricos entre as variáveis do problema de decisão. Do ponto de vista do objetivo (Gil, 2008), a pesquisa é classificada como descritiva, pois procura propõe uma nova abordagem de um problema de decisão, descrevendo seus passos, e experimental, pois utiliza-se de um experimento para ilustrar a descrição da proposta. Por fim, do ponto de vista de seus procedimentos, a pesquisa é bibliográfica na construção do referencial

teórico, documental no levantamento de dados reais para um estudo de caso com intuito de ilustrar a aplicação do método proposto.

3.2. Procedimentos Técnicos

O referencial teórico deste trabalho é realizado a partir de uma revisão literária nas obras nacionais mais relevantes sobre o tema, construindo assim o arcabouço teórico para servir de início para a teoria desenvolvida.

Para apresentação do método proposto, MEG, é ilustrado paralelamente um problema de recrutamento, aonde 10 engenheiros formados escolhidos aleatoriamente no Sistema Acadêmico (conjunto "I" das alternativas) candidatam-se para duas vagas, sendo considerados os critérios do problema as disciplinas de formação profissional cursadas durante a graduação, e a avaliação das alternativas (candidatos) à luz dos critérios (disciplinas) a o seu desempenho final (nota) nesta. Os critérios são elencados no Quadro 1, que compõe o conjunto "J" dos critérios.

N	Critério
1	Inovação Tecnológica
2	Planejamento Estratégico Industrial
3	Gerência da Manutenção
4	Arranjo Físico e Localização
5	Logística
6	Administração de Recursos Humanos
7	Administração da produção
8	Ciências Ambientais
9	Gestão Ambiental
10	Organização Industrial
11	Custos da Produção
12	Engenharia Econômica
13	Gestão da Qualidade Total
14	Controle estatístico da Qualidade
15	Gerência de Projetos
16	Análise de Projetos Industriais
17	Planejamento e Controle da Produção
18	Ergonomia e Segurança do Trabalho

Quadro 1: Legenda das Disciplinas (Critérios). Fonte: Própria.

A matriz de critérios conflitantes (Matriz C - explanada adiante), é desenvolvida a partir de um questionários aplicado aos professores titulares das disciplinas elencadas Quadro 1, inquirindo-os sobre o relacionamento de sua disciplina com as demais. Para o vetor de ponderações dos critérios, chamado de Matriz P, são utilizados valores aleatórios gerados por função em planilha eletrônica.

3.3. Técnica de Análise dos Resultados

Os resultados alcançados pelo MEG são comparados analisados de duas formas: i) a primeira se dá pela comparação de sua solução com uma lista ordenada por média ponderada simples, e ii) ilustrando a solução por meio de um gráfico radial, aonde os valores da matriz B são plotados junto com uma circunferência que representa o τ (τ) de corte.

4. MEG – Método de Escolha Dupla

O campo multicriterial é vasto, possuindo diversos métodos, e todos tem em comum o foco de apoiar o decisor, para a escolha da melhor ou melhores alternativas para determinados problemas considerados não tratáveis pelos procedimentos intuitivos.

Neste contexto, com o intuito de contribuir para o processo da tomada de decisão que demande uma seleção de duas alternativas, o trabalho fundamenta-se na teoria e aplicação dos métodos multicriteriais, de forma a elaborar um modelo que analise e

escolha um ou mais conjuntos de dois candidatos para a ocupação de vagas destinadas ao cargo de Engenheiro de Produção de uma empresa fictícia. Salientando-se que diferentemente de outros trabalhos, o modelo em questão procura solucionar essa problemática escolhendo o conjunto que melhor se completa para atender com maior eficiência aos critérios propostos, independente da colocação dos candidatos em primeira ordem. As fases para utilização do método proposto são divididas em cinco passos, como segue abaixo:

1. Elaborar a matriz $A_{i,j}$ de pagamentos das “i” alternativas a luz dos “j” critérios;
2. Elaborar a matriz $C_{j,n}$ de critérios conflitantes, cruzando o relacionamento entre os “j” critérios;
3. Elaborar uma matriz linha P_j , contendo os pesos de cada critério, para definição do perfil da escolha;
4. Estabelecer o valor do τ (tau) corte;
5. Calcular a matriz $B_{i,m}$, combinando dois a dois, os critérios e as alternativas, levando em consideração valor de corte, e somar as linhas desta matriz, cujo valor o índice a ser considerado na escolha do melhor conjunto de duas alternativas.

4.1.1. Elaboração da Matriz de Pagamento

A matriz $A_{i,j}$ vem a ser uma matriz de pagamentos comum, onde a_{ij} é a avaliação da alternativa ‘i’ à luz do critério ‘j’, mostrando o desempenho de cada alternativa diante dos critérios.

Tabela 1: Matriz de Pagamentos

	Cr 1	Cr 2	Cr 3	Cr 4	Cr 5	Cr 6	Cr 7	Cr 8	Cr 9	Cr 10	Cr 11	Cr 12	Cr 13	Cr 14	Cr 15	Cr 16	Cr 17	Cr 18
A1	8,8	7,5	9,0	8,6	9,5	8,0	9,0	8,2	9,2	8,0	8,0	10	8,5	8,0	8,6	8,6	7,3	7,2
A2	8,2	7,5	8,7	8,8	8,3	7,6	9,2	9,4	8,2	9,0	8,3	8,9	7,9	8,0	9,0	7,5	8,9	7,4
A3	8,6	8	8,4	8,2	8,9	7,6	8,8	7,8	8	8,2	8,5	8,8	8,2	8,5	9,0	9,6	8,5	8,0
A4	8,0	9,2	7,9	6,6	7,6	7,4	8,0	7,7	7,4	8,0	8,0	9,5	9,2	9,0	7,7	7,2	6,0	6,5
A5	8,9	8,0	8,0	8,5	8,1	7,6	8,2	8,2	9,3	7,6	9,4	8,0	9,3	9,3	8,5	8,1	8,0	9,5
A6	8,0	7,7	8,5	6,5	9,8	8,0	7,2	6,6	6,9	7,9	7,2	7,0	8,0	7,0	6,2	8,3	8,2	7,6
A7	9,4	6,6	9,0	9,4	8,0	8,8	8,8	6,9	9,6	9,3	7,1	8,5	9,3	7,2	8,6	8,6	8,6	8,5
A8	9,4	8,0	9,3	8,0	8,1	7,6	9,8	8,2	9,3	7,6	9,5	8,0	9,3	9,3	8,5	8,1	7,0	9,5
A9	6,0	6,6	7,6	7,6	6,4	6,8	6,5	9,6	8,6	10	8,5	9,0	7,2	8,1	6,5	6,2	6,4	7,6
A10	6,0	7,5	8,5	9	9,5	6,2	7,8	6,8	6,2	8,2	6,0	9,8	7,0	7,0	8,5	7,0	6,6	7,7

Fonte: Própria.

A Tabela 1 mostra o desempenho de dez candidatos (alternativas) em cada uma das 18 disciplinas (critérios) para a avaliação dos mesmos. Salientando-se que os valores dos 10 candidatos atribuídos na matriz de pagamentos são dados reais de candidatos à vaga formados em Engenharia de Produção.

4.1.2. Definição da matriz de complementaridade entre critérios

A matriz $C_{j,n}$, matriz quadrada de ordem j, contém o grau de complementaridade de um critério “j” sobre o outro “n”, ou seja, relaciona os critérios segundo a seguinte escala que procura medir esta complementaridade:

- **Forte complementação** (entre 0,6 e 1,0) - quando o critério se relaciona muito pouco, tem poucos temas em comum, e não há nenhuma dependência;
- **Complementação moderada** (entre 0,4 e 0,6 - inclusos) - quando os critérios têm relacionamento mediano, existindo alguns temas em comum;
- **Pouca complementação** (entre 0,1 e 0,4) - quando os critérios têm grande relacionamento, vários temas em comum e há dependência entre eles.

A elaboração desta matriz tem por intuito conflitar as disciplinas específicas do curso de Engenharia de Produção, com o propósito da obtenção do grau de relacionamento, de acordo com sua escala de influência. Quanto menor o valor, mais as disciplinas se parecem e quanto maior o valor, mais as disciplinas são distintas, e por isso, complementares.

Tabela 2: Matriz de complementaridade entre disciplinas

Critérios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,1	0,5	0,8	0,4	0,5	0,9	0,2	1,0	1,0	0,3	1,0	0,9	0,5	0,8	0,5	0,9	0,5	0,5
2	0,5	0,1	0,5	0,4	0,3	0,8	0,2	0,9	0,9	0,5	0,9	0,9	0,3	0,8	0,4	0,9	0,7	0,9
3	0,8	0,5	0,1	0,4	0,5	0,9	0,5	0,9	0,9	0,5	1,0	1,0	0,8	1,0	0,6	1,0	0,5	0,9
4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,8	0,5	0,9	0,9	0,5	0,9	1,0	0,8	1,0	0,5	0,9	1,0	1,0
5	0,5	0,3	0,5	0,2	0,1	0,6	0,5	0,9	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,6	0,4	0,8	0,8	0,8
6	0,9	0,8	0,9	0,8	0,6	0,1	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	0,5	1,0	0,6	0,9	0,9	0,9
7	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,7	0,1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	0,4	0,6	0,2	0,9	0,7	0,7
8	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,1	0,1	0,5	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,5	0,7
9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,1	0,1	0,5	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,5	0,7
10	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,9	0,5	0,9	0,6	0,9	0,5	0,6
11	1,0	0,9	1,0	0,9	0,7	1,0	0,7	0,9	0,9	0,5	0,1	0,3	0,8	0,4	0,9	0,3	0,5	0,8
12	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	0,3	0,1	0,6	0,4	0,8	0,2	0,5	0,9
13	0,5	0,3	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,8	0,8	0,5	0,8	0,6	0,1	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8
14	0,8	0,8	1,0	1,0	0,6	1,0	0,6	0,9	0,9	0,9	0,4	0,4	0,5	0,1	0,8	0,5	0,5	0,7
15	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,2	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	0,5	0,8	0,1	0,3	0,8	0,7
16	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,3	0,2	0,7	0,5	0,3	0,1	0,5	0,9
17	0,5	0,7	0,5	1,0	0,8	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,5	0,1	0,5
18	0,5	0,9	0,9	1,0	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	0,5	0,1

Fonte: Própria.

Assim, quanto mais as disciplinas forem divergentes, mais elas complementam o perfil de uma escolha dupla, e esta situação é beneficiada no modelo proposto, pois para uma vaga, não interessa dois candidatos com o mesmo perfil, e sim com perfis diferentes que se completam. Em termos práticos, não é interessante ter dois especialistas em Gestão Ambiental, e nenhum em Planejamento e Controle da Produção. É preferível ter um especialista em Gestão Ambiental, e outro em Planejamento e Controle da Produção.

É mister notar que a matriz C de relacionamentos (ou influência entre critérios) é uma matriz quadrada, espelhada na sua diagonal principal, e a sua diagonal principal tem valores mínimos, para penalizar perfis iguais.

4.1.3. Definição da Importância dos Critérios

A importância dos critérios é definida na matriz linha P_j , que contém os pesos agregados a cada critério, sendo estes definidos para dar perfil à escolha desejada. Caso não se deseje definir nenhum perfil, todos os valores p_j recebem o valor 1.

Os valores devem estar no intervalo entre 0 e 1, e variam de acordo com cada critério conforme visualizado na Tabela 3. Os valores foram escolhidos aleatoriamente por função própria em planilha eletrônica.

Tabela 3: Matriz Vetor Peso

Critério	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Peso	0,8	0,9	0,2	0,5	1,0	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,3	1,0	0,9	0,7	0,5	0,4	0,9	1,0

Fonte: Própria.

O vetor peso tem uma importância considerável dentro desta proposta, pois este interfere diretamente na escolha das alternativas. Os valores atribuídos para a formação do vetor peso têm a função de ponderar a escolha para algum ponto, dando perfil às alternativas desejadas.

4.1.4. Combinação entre Alternativas e Critérios com Pesos agregados

Esta combinação vem a ser a matriz resultante dos cruzamentos entre todas as alternativas, tomadas dois a dois, e todos os critérios, tomados dois a dois, sem repetição (matriz B).

$$C_2^i = \frac{i!}{2!(i-2)!} \quad (1)$$

$$C_2^j = \frac{j!}{2!(j-2)!} \quad (2)$$

Para elaborar a Matriz B, e achar seus elementos b_{lm} , é necessário encontrar o tamanho da matriz. Por meio de combinação matemática, são encontrados os valores de 45 linhas (l), resultantes de 10 alternativas, tomadas dois a dois, sem repetição (Equação 1), e 171 colunas (m), resultantes de 18 critérios, tomados dois a dois, sem repetição (Equação 2).

Através da combinação das matrizes (pagamentos, critérios conflitantes e peso), obtêm-se os resultados necessários para que lhe seja aplicado o modelo de corte de acordo com o que lhe é demandado, onde se atribui um valor (τ), possibilitando o alcance do resultado, como ilustrado na Equação 3.

$$b_{lm} = \begin{cases} 0 \rightarrow \left[\frac{\left(\frac{a_{ij} + a_{kj}}{2}\right) + \left(\frac{a_{in} + a_{kn}}{2}\right)}{2} \times \left(\frac{p_j + p_n}{2}\right) \times c_{jn} \right] < \tau \\ 1 \rightarrow \left[\frac{\left(\frac{a_{ij} + a_{kj}}{2}\right) + \left(\frac{a_{in} + a_{kn}}{2}\right)}{2} \times \left(\frac{p_j + p_n}{2}\right) \times c_{jn} \right] \geq \tau \end{cases}, \forall i, \forall j, \forall k, \forall n \quad (4)$$

Onde,

- b_{lm} item da matriz B), sendo "l" o resultado da combinação de "i" tomado dois a dois, sem repetição, e "l" o resultado da combinação de "j", também tomado dois a dois, também sem repetição (Equações 1 e 2);
- "i" e "k" pertencem a "I" (sendo "I" o conjunto de alternativas);
- "j" e "n" pertencem a "J" (sendo "J" o conjunto de critérios);
- " p_j " e " p_n " pertencem à Matriz linha P, sendo a diferença entre os índices dos itens necessária para combinas as duas alternativas;
- " c_{jn} " pertence à matriz C, sendo a diferença entre os índices do item necessária para a combinação das duas alternativas;
- τ (*tau*) de corte, para implementação da função degrau do método.

O cálculo necessário (Equação 5) para a realização do MEG pode ser alcançado seguindo os seguintes passos descritos:

- **Passo 1:** Calcular a média do desempenho do conjunto de candidatos (i, k) na disciplina "j";
- **Passo 2:** Calcular a média do desempenho do conjunto de candidatos (i, k) na disciplina "i";
- **Passo 3:** Calcular a média dos dois valores obtidos pelos Passos 1 e 2;

- **Passo 4:** Multiplicar a média obtida pelo Passo 3 pela média dos pesos atribuídos a disciplina “j” e disciplina “n”, encontrados na Matriz P;
- **Passo 5:** Multiplicar este valor pelo valor do relacionamento entre as disciplinas (j, n), que são encontrados na matriz C de complementaridade entre critérios;
- **Passo 6:** Verificar se o valor obtido é menor que o *tau* de corte, e atribuir o valor zero em b_{ij} , ou maior ou igual ao *tau* de corte, e atribuir o valor um.

Assim, o maior valor obtido pela Equação 4 é considerado a melhor (ou melhores) alternativa(s), onde o número de alternativas varia de acordo com a função corte aplicada no método (τ). Cabendo a esta equação, apresentar os valores obtidos que satisfaçam a função (valor) corte através do somatório para cada conjunto de alternativa, ou seja, a Equação 4 tem por finalidade indicar a quantidade de resultados, de cada possibilidade de escolha, que forem iguais ou maiores que o valor do *tau* (τ) de corte.

$$\sum_{m=1}^k b_{lm}, \forall l \quad (6)$$

O valor de corte (τ), utilizado para este trabalho foi igual a seis (6,0), que representa a média mínima dos candidatos na tabela de pagamentos.

4.2. Resultados & Discussão

Levando-se em consideração a classificação por *ranking* dos candidatos, perante a sua média em relação a seu desempenho nas disciplinas confrontadas com o vetor peso, o resultado do melhor conjunto de alternativas conforme apresentado na Tabela 4 seriam A8 e A5.

Tabela 4: Classificação por ranking dos candidatos

Classificação	Alternativa	Média
1º	A8	8,5478
2º	A5	8,4894
3º	A3	8,4575
4º	A7	8,4558
5º	A1	8,4292
6º	A2	8,3292
7º	A4	7,9159
8º	A6	7,708
9º	A10	7,7009
10º	A9	7,3752

Fonte: Própria.

Porém, com o intuito de justificar e apresentar na prática os conceitos o qual propõe-se para este método segue, na Tabela 5, os resultados contendo todas as possibilidades de escolha possíveis após aplicação do *tau* (τ) de corte.

Tabela 5: Tabela de resultados

Alternativas	Resultado	Alternativas	Resultado	Alternativas	Resultado
A1, A7	13	A1, A2	11	A5, A8	10
A2, A7	13	A1, A10	11	A6, A10	10
A3, A7	13	A2, A10	11	A1, A4	9
A5, A7	13	A3, A10	11	A1, A9	9
A1, A3	12	A5, A9	11	A2, A6	9
A1, A5	12	A6, A7	11	A3, A9	9
A1, A8	12	A7, A9	11	A4, A6	9
A2, A3	12	A8, A9	11	A4, A10	9
A2, A5	12	A8, A10	11	A5, A6	9

A2, A8	12	A1, A6	10	A6, A8	9
A3, A5	12	A3, A4	10	A9, A10	9
A3, A8	12	A3, A6	10	A2, A4	8
A5, A10	12	A4, A5	10	A2, A9	8
A7, A8	12	A4, A7	10	A4, A9	8
A7, A10	12	A4, A8	10	A6, A9	7

Fonte: Própria.

Em verde, são destacadas as opções tidas pelo MEG como melhores conjuntos de duas alternativas [(A1, A7); (A2, A7); (A3, A7) e (A5, A7)]. É interessante notar que além de identificar os melhores conjuntos de duas alternativas, é possível perceber a alternativa A7 em todas elas, indicando que potencialmente, pode até não ser a melhor alternativa isoladamente (ocupando a quarta posição pelo *ranking*), mas é uma boa opção para combinações futuras.

Destacado em laranja, está a alternativa escolhida pelo método de *ranking* (A8, A5). Pelo método proposto, fica claro que as duas melhores alternativas de uma ordenação não são, necessariamente, o melhor conjunto de duas alternativas. No problema decisória analisado, as duas melhores alternativas isoladamente possuem desempenhos semelhantes nos critérios considerados, e por isso, quando analisadas conjuntamente, têm seu desempenho rebaixado

Por último, é destacado em vermelho o pior conjunto de duas alternativas (A6, A9), que também diverge do resultado proposto pela ordenação ponderada (A9, A10), demonstrando que o pior conjunto de duas alternativas, também não é, necessariamente, as duas alternativas piores ordenadas.

Após a comparação dos resultados com a ordenação, ainda são apresentados os gráficos das alternativas destacadas na Tabela 5 na Figura 2.

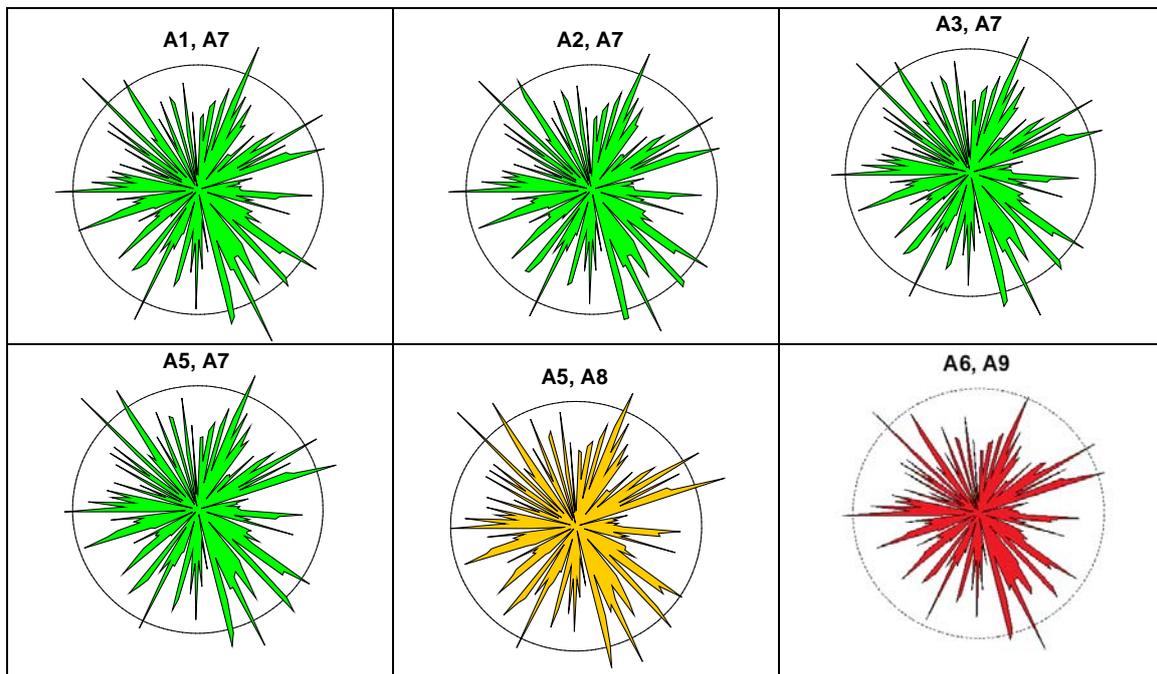


Figura 2: Gráfico radar das alternativas destacadas. Fonte: Elaboração própria.

Os gráficos radares são construídos a partir dos 171 valores na Matriz B, antes de sofrerem o corte de *tau*, que é representado pela circunferência. Foram mantidas as cores utilizadas para destaque na Tabela 5.

O método proposto – MEG –, computa cada vez que um resultado da Matriz B avança pelo *tau* de corte. Na opção (A5, A8), isto ocorre 10 vezes. Na opção (A6, A9),

somente sete vezes. Nas opções restantes, tidas como indiferentes entre si, os itens da Matriz B para cada conjunto de alternativas avança sobre o *tau* de corte em 13 ocasiões.

5. Conclusões

Este trabalho tem como objetivo declarado propor um método de seleção para duas alternativas concomitantes, e o faz ao descrever os procedimentos da proposta, nomeada como MEG, e ainda perfaz a ilustração do mesmo em um experimento, aonde um problema fictício é apresentado, caracterizado e solucionado pela nova proposta, e seus resultados são comparados por uma proposta tradicional de ordenação pela média ponderada simples das alternativas.

Utilizando elementos comuns ao processo decisório, como Tabela de pagamentos (Matriz A), vetor de peso (Matriz linha P), e inovando ao agregar uma matriz de complementaridade entre critérios (Matriz C), foi possível a ilustração da aplicação do MEG, demonstrando satisfatoriamente sua proposta, que é selecionar o melhor conjunto de duas alternativas, minimizando as interseções entre estas, e maximizando sua união.

Adicionalmente ao objetivo do trabalho, também foi possível observar além do melhor conjunto de duas alternativas, também a melhor alternativa companheira, que é aquela que mais figura entre as possíveis melhores escolhas.

A maioria dos métodos multicritérios utiliza o conceito de independência entre os critérios. Este método proposto é inovador em considerar a influência intra-critérios, modelando este relacionamento de complementaridade na Matriz C.

Entre os possíveis caminhos que a pesquisa pode tomar, destacam-se a ampliação do número de escolhas múltiplas (limitados em duas pelo MEG), e aplicações em outros campos do conhecimento, como por exemplo, a localização industrial de duas ou mais bases, em regiões que se influenciam mutuamente. Adicionalmente, também é campo de pesquisa futura a análise de sensibilidade do MEG, aonde a robustez do modelo é testada, verificando se o resultado permanece o mesmo com pequenas variações de suas variáveis.

É interessante pontuar que novos estudos já estão sendo realizados para progresso do modelo proposto, dentro do grupo de pesquisa em que este foi desenvolvido.

6. Referências Bibliográficas

- ABRAMCZUK, A. A. **A prática da tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2009.
- ALMEIDA, A. T. DE; COSTA, A. P. C. S. (EDS.). **Aplicações com métodos multicritérios de apoio à decisão**. Pernambuco: Editora Universitária UFPE, 2003.
- BAZERMAN, M. H. **Processo decisório para cursos de administração, economia e MBAs**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2004.
- BHUSHAN, N.; RAI, K. **Strategic decision making: applying the analytic hierarchy process**. London; New York: Springer, 2004.
- COSTA, J. F. DA S.; BRAZIL, C. H. A.; OLIVEIRA, M. B. DE. Metodologia multicritério e ECR: utilização no mercado varejista. **Produção**, v. 13, n. 2, p. 114-122, 2003.
- FREITAS, A. L. P.; MARINS, C. DE S.; SOUZA, D. DE O. A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, p. 51-60, 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, L. F. A. M. **Teoria da decisão**. São Paulo: Thomson, 2007.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. DE. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2009.

GOMES, L. F. A. M.; GONZÁLEZ ARAYA, M. C.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. São Paulo: Thomson, 2004.

MIRANDA, C. M. G. DE; ALMEIDA, A. T. DE. Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI: o caso de engenharias III da capes. **Produção**, v. 13, n. 3, p. 101-112, 2003.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. DE. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 3, dez. 2006.

ROCHA, M. A. A. **MDECISION: Uma ferramenta web para auxiliar na coleta de dados e análise multicritério de auxílio à decisão**. PPGE/UFENF - Campos dos Goytacazes, 2009.

ROMERO, C. **Análisis de las decisiones multicriterio**. Madrid: Isdefe, 1996.

SILVA, E. L. S.; MENEZES, E. M. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

STEIN, J. D. **The right decision a mathematician's secret formula for making the right choice every time**. Disponível em: <<http://site.ebrary.com/id/10346916>>. Acesso em: 1 maio. 2012.