

Uma estrutura para análise da composição de preferências

Annibal Parracho Sant'Anna (UFF)

tppaps@vm.uff.br

Resumo

Propõe-se aqui uma classificação de procedimentos probabilísticos de composição de preferências informadas por meio de avaliações segundo múltiplos critérios. A preferência é avaliada comparando probabilidades conjuntas de cada opção ser a melhor. Diferentes pontos de vista quanto à agregação dos critérios são identificados com posições extremas em dois eixos: otimista-pessimista e conservador-progressista.

Palavras-chave: Apoio à decisão multicritério – Composição de preferências - Probabilidade de ser a melhor opção.

Abstract

A classification of probabilistic procedures for the composition of preferences derived from evaluations according to multiple criteria is proposed here. The preferences are measured by the joint probabilities of each option being the best. Different aggregation points of view are identified with extreme positions with respect to optimist-pessimist and conservative-progressive axes.

Keywords:

Multicriteria decision aid - Composition of preferences - Probability of being the best choice.

1. Introdução

A estrutura básica para o apoio à escolha entre opções que podem ser avaliadas segundo múltiplos critérios consiste em determinar preferências, tanto entre as opções segundo cada critério quanto entre os critérios, e agregar as medidas de preferência segundo os múltiplos critérios em uma avaliação global levando em conta as preferências entre os critérios. A forma mais simples de realizar esta composição é através de uma média ponderada das preferências pelas opções com pesos extraídos da relação de preferências entre os critérios, como na Teoria da Utilidade de Atributos Múltiplos (MAUT), de Keeney e Raiffa (1976). Associando os critérios a atributos das opções, as medidas de preferência segundo cada atributo a utilidades e os pesos dos critérios a probabilidades de escolha de cada atributo, o resultado deste procedimento de agregação é a utilidade esperada.

A exigência de quantificar preferências é, em geral, difícil de atender, nas condições reais em que a análise deve ser aplicada. Ao medir a preferência, seja pelas opções segundo cada critério, seja entre os critérios, é de esperar considerável imprecisão. Veja-se, por exemplo, Bottomley *et alii* (2000) ou Poyhonen e Hamalainen (2001). Diante disto, a chamada escola Européia estrutura o apoio à decisão com múltiplos critérios na forma de ordenações parciais. Para reduzir a imprecisão, diversas abordagens têm sido desenvolvidas em estratégias como AHP (Saaty, 1977), ELECTRE (Roy, 1968) ou MACBETH (Bana e Costa e Vansnick, 1999).

Estas abordagens envolvem recursos como a redução das medidas a postos, a comparação das opções duas a duas, a anulação de diferenças inferiores a dados limiares de indiferença, etc. Para modelar a incerteza dos resultados, tem-se usado a substituição de medidas determinísticas por medidas nebulosas (ver Chen e Hwang (1992) ou Slowinski (1998)).

Em Sant'Anna (2002a), é desenvolvida uma abordagem para lidar com a incerteza baseada na modelagem das perturbações aleatórias contidas nas indicações de preferência. Para medir a preferência segundo cada critério, realiza-se o cálculo da probabilidade de ser a melhor opção, efetuado a partir da classificação inicial, seja esta verbal, ordinal ou resultante da medida direta de algum atributo. A comparação em termos de probabilidades de atingir posições extremas, reduzindo os efeitos dos erros de medida, permite levar em conta a imprecisão inerente à medição de preferências sem prejudicar a clareza das classificações finais.

É comum que a avaliação inicial se baseie na ordenação das opções ou na medição da distância entre as mesmas em termos da extensão ou intensidade na qual cada opção apresenta a qualidade em que se baseia a comparação. Implícita em qualquer um destes processos de avaliação está uma escala linear. A passagem de postos a probabilidades de ter o primeiro posto realiza uma mudança da escala linear para uma escala exponencial como defendido por Lootsma (1993) e outros autores (ver Brugha, 1998 ou Lootsma, 2000). Assim, a idéia de medir a preferência através da probabilidade de ser a melhor opção faz a transposição da escala linear da avaliação da presença da qualidade desejada, para a escala exponencial da dominância de cada opção sobre as demais segundo tal qualidade.

Para a composição das preferências, o caminho mais simples consiste em tratar as probabilidades de ser a melhor opção segundo cada critério como condicionais na escolha do critério. Isso exige que seja possível obter, para os critérios, como para as alternativas, uma classificação da qual se possa extrair uma distribuição de preferências entre eles. A dificuldade em atribuir pesos aos critérios origina uma divisão básica na área de pesquisa sobre o Apoio à Decisão Multicritério. A chamada escola francesa (Roy e Vanderpooten, 1996) desenvolve mecanismos para reduzir a importância da avaliação dos critérios, separando a quantificação das preferências segundo cada critério da quantificação da importância dos critérios em que cada opção é preferida a cada uma das demais (Roy e Mousseau, 1996). Se tratamos as probabilidades de ser a melhor opção segundo cada critério como probabilidades marginais e derivamos, destas, classificações segundo diferentes tipos de probabilidades conjuntas entre as quais ao tomador de decisão será dada oportunidade de realizar sua escolha *a posteriori*, prescindimos da quantificação das preferências entre os critérios.

Desta forma, as vantagens da abordagem probabilística se acumulam. A explicitação das preferências segundo cada critério em termos de probabilidade de maximizar ou minimizar a preferência permite chegar automaticamente a uma escala realista com concentração das preferências em um pequeno número de alternativas. Mas, ao mesmo tempo em que concentra a importância nas posições próximas à fronteira de preferência, ao levar em conta a posição de todas as opções em todos os critérios, permite que uma opção a que nenhum critério, isoladamente, atribua a máxima preferência possa vir a ser a preferida quando se combinam os critérios. E a composição de preferências em termos de maximização ou minimização conjunta, ao mesmo tempo em que permite evitar a obrigação de atribuir pesos aos critérios, propicia que se explicitem formas variadas de conceber a interação entre os critérios.

Nas seções seguintes é revista a modelagem probabilística das medidas de preferência e o cálculo das probabilidades de ser a opção de maior preferência segundo um critério único. Na Seção 3, descreve-se a composição probabilística de preferências, combinando alternativas otimista-pessimista e conservador-progressista. Na Seção 4, são discutidas as simplificações

que o enfoque probabilístico traz para a caracterização dos critérios de preferência. A Seção 5 apresenta um exemplo que ajuda a esclarecer a nova metodologia.

2. Probabilidade de ser a Melhor Opção

A preferência por uma opção é dada pela probabilidade de sua escolha. Mas, a formulação das preferências não surge, de uma vez, em termos probabilísticos. Para cada critério, há uma forma mais natural de explicitar a posição de cada opção, às vezes em termos quantitativos, de peso, custo, velocidade, etc, e outras vezes em termos da linguagem comum, tais como pequena, moderada ou grande probabilidade de escolha. As preferências formuladas em termos lingüísticos prestam-se naturalmente a determinação através de funções de pertinência. A aleatorização de postos, como realizada em Sant'Anna (2002a e 2002b), é também um processo natural. Outros processos de identificação nebulosa de postos foram apresentados, por exemplo, em Bortolan e Degani (1985).

Não somente critérios expressos em termos lingüísticos, mas, também, critérios formulados através de medidas numéricas, envolvem alguma imprecisão que pode ser modelada. A idéia-chave da aleatorização consiste em tratar cada valor observado como representando uma posição em torno da qual o atributo medido varia. Há diferentes alternativas para modelar essa variabilidade estatística. A medida inicial de preferência fornece um ponto de referência para a média da distribuição de probabilidades. Hipóteses de indiferença podem facilitar a determinação dos outros parâmetros e simplificar posterior interpretação dos resultados. Sant'Anna (2002a) lista hipóteses, tais como independência entre as perturbações afetando as determinações das preferências por diferentes opções, simetria em torno da média e parâmetros de dispersão constantes, que permitem, junto com as médias e a forma funcional, identificar completamente as distribuições.

A determinação da amplitude completa a modelagem, para as distribuições paramétricas classicamente empregadas na modelagem de erros de medida. Estimativas para a amplitude podem ser derivadas das medidas iniciais. A amplitude deve ser grande o suficiente para permitir troca de posição entre as alternativas admitidas. Assim, se duas alternativas aparecem no conjunto examinado, a probabilidade de inversão de suas posições não deve ser nula. Mas, deve ser pequena se as alternativas são aquelas com a melhor e a pior avaliação. Deste modo, a própria amplitude observada entre as avaliações das opções segundo cada critério constitui uma estimativa para a amplitude da distribuição dos erros em cada classificação segundo esse critério. Como regra geral, sugere-se modelar os erros com distribuição normal e estimar o desvio padrão por meio de $S = R/d_2(n)$ onde R denota a amplitude amostral e $d_2(n)$ é o valor tabelado para a razão entre o valor esperado da amplitude de amostra de tamanho n de distribuição normal e o desvio padrão da distribuição. Uma formulação alternativa, testada em Sant'Anna (2002a) e Sant'Anna (2002b), consiste em assumir distribuições uniformes com amplitude entre R e $(1+1/n)R$.

Há situações em que o conjunto de possíveis valores das avaliações é conhecido. Nestes casos, podem-se truncar as distribuições nas fronteiras desses conjuntos de valores. Isto introduzirá uma assimetria nas distribuições, com probabilidades maiores de erros para mais nos valores observados maiores e para menos nos menores. Funções de pertinência triangulares e trapezoidais (Slowinsky, 1998) com conjuntos de valores idênticos são tradicionalmente usadas para modelar essa assimetria.

Também para estabelecer uma regra geral, sugere-se medir as preferências iniciais segundo cada critério em uma escala de cinco posições lingüísticas, formuladas através de variantes dos termos “muito pequena”, “pequena”, “moderada”, “grande” e “muito grande” e, como

alternativa, uma escala de nove posições com a inclusão de duas posições mais extremas e duas posições ladeando a posição central.

3. Composições de Preferências

Para compor, com as probabilidades de maximizar a preferência segundo cada critério, uma medida única de preferência global, basta considerar essas probabilidades como probabilidades condicionais na escolha dos respectivos critérios e, somando os produtos das mesmas pelas probabilidades de cada critério ser o preferido, calcular a probabilidade total de cada opção ser a de maior preferência. A dificuldade prática em validar esta medida advém apenas da dificuldade de comparar os critérios. Se pudermos atribuir a cada critério uma medida de preferência, por exemplo através da sua ordenação, podemos obter os pesos desejados através do cálculo das probabilidades de maximizar as preferências, tratando os critérios como opções quaisquer entre as quais se procede a uma escolha.

Outra dificuldade na composição de critérios decorre de que, em um contexto de múltiplos critérios, opções que deixam de maximizar a preferência segundo cada critério isoladamente, mas, apesar disto, são bem avaliadas segundo os diversos critérios, podem ter um aumento de preferência, na avaliação global, que não pode ser incorporado no cálculo da média ponderada. Se, em certas situações a tomada de decisão pode ser formulada em termos de escolher um critério e a seguir a melhor opção segundo esses critérios, há outras situações em que, ao contrário, satisfazer simultaneamente mais de um critério ou afastar-se consistentemente da fronteira formada pelas opções de menor preferência nos diversos critérios aumenta mais que proporcionalmente a preferência.

Em vez de buscar uma probabilidade global única, propõe-se aqui calcular um conjunto de medidas de maximização conjunta da preferência. Em cada uma dessas medidas se adota um enfoque diferente quanto à combinação das probabilidades de maximizar ou minimizar as preferências segundo os vários critérios. Esses enfoques são caracterizados a partir da escolha de posições extremas em dois eixos de orientação básica, identificados como “otimista-pessimista” e “progressista-conservador”, respectivamente.

No primeiro eixo, o decisor no extremo progressista presta atenção às probabilidades de maximizar a preferência segundo os critérios considerados. Já no extremo conservador, as probabilidades que interessam são as de não minimizar a preferência. O progressista busca as opções próximas das fronteiras de excelência; o conservador evita as opções próximas das fronteiras de pior desempenho. O termo conservador está, nesta terminologia, associado à idéia de evitar perder, de satisfação com o nível médio das opções disponíveis e preocupação apenas em evitar os extremos negativos. Já o termo progressista está associado à idéia de elevar o nível, de insatisfação com o nível médio das opções e desejo de atingir extremos positivos.

No eixo “otimista-pessimista”, o extremo otimista consiste em considerar satisfatório atender a um único critério. Todos os critérios são levados em conta, mas a composição utiliza o conectivo “ou”. Calcula-se a probabilidade de maximizar (ou não minimizar) a preferência segundo pelo menos um qualquer dentre os múltiplos critérios. Já no extremo pessimista a preferência é medida pela probabilidade de maximizar a satisfação segundo todos os critérios. O conectivo é “e”. Os termos otimista e pessimista vêm da idéia de que o otimista espera que venha a prevalecer o critério que lhe for mais favorável, enquanto o pessimista, ao contrário, acreditando que virá a prevalecer o critério que lhe será menos favorável, prefere as opções que se saem relativamente melhor que as outras mesmo nos critérios em que se saem pior.

Combinando livremente as posições nos extremos de cada um desses dois eixos chegamos a quatro medidas globais distintas. Podemos, ainda, ampliar o espectro de medidas globais se dividirmos os critérios em grupos e permitirmos a livre escolha do enfoque em cada grupo. Uma divisão natural dos critérios em grupos é em critérios em que o ótimo é grande e critérios em que o ótimo é pequeno, por exemplo, critérios de benefício a conquistar contra critérios de desconforto a evitar, receitas contra despesas, geração de outputs contra consumo de inputs.

A aplicação destes enfoques independe de preferências entre os critérios. Em princípio, todos os critérios podem ser tratados como igualmente importantes. Entretanto, caso disponhamos de medidas das probabilidades de preferir cada critério, os mesmos cálculos de preferências conjuntas podem ser executados, substituindo preliminarmente a probabilidade de cada opção maximizar a preferência segundo cada critério pelo produto da mesma pela probabilidade do critério envolvido ser o de maior preferência.

Formalmente, para n opções a_1, \dots, a_n , avaliadas segundo m critérios, denotando por M_{ik} a probabilidade de a k -ésima opção ser a de máxima preferência segundo o i -ésimo critério, por m_{ik} a probabilidade de a k -ésima opção ser a de mínima preferência segundo o i -ésimo critério e por p_i a probabilidade de o i -ésimo critério obter a máxima preferência na escolha entre critérios, as 4 medidas globais básicas de preferência pela k -ésima opção são: $1-\pi(1-M_{ik})p_i$, $\pi M_{ik}p_i$, $1-\pi m_{ik}p_i$ e $\pi(1-m_{ik})p_i$, onde π denota o produtório com m termos, obtidos fazendo i variar ao longo de todos os critérios. Eliminando os fatores p_i dos produtórios, obtemos resultados proporcionais, a razão de proporcionalidade sendo o produto de todas essas probabilidades p_i de preferências pelos critérios. Assim, podem ser usadas as medidas mais simples: $OTRG(k) = 1-\pi(1-M_{ik})$, $ESRG(k) = \pi M_{ik}$, $OTCN(k) = 1-\pi m_{ik}$ e $ESCN(k) = \pi(1-m_{ik})$.

4. Escolha dos Critérios

Na escolha dos critérios deve-se procurar atender certas exigências. Os critérios devem ser discriminantes, relevantes e distintos. O critério é discriminante quando permite diferenciar preferências entre as alternativas que se deseja comparar; um critério não é discriminante quando, segundo ele, todas as alternativas, são igualmente boas. O critério é relevante quando a preferência segundo esse critério afeta a preferência global; o critério é irrelevante quando, dadas duas alternativas a respeito das quais não há preferência segundo os demais critérios, o fato de uma delas ser melhor que a outra segundo esse critério não implica na impossibilidade de a outra ser escolhida como a melhor. Os critérios são distintos quando cada critério representa um ponto de vista próprio; a escolha deixa de apresentar esta qualidade quando se incluem na análise dois critérios segundo os quais a classificação das alternativas não pode deixar de ser a mesma.

Pode-se avançar na imposição de cada uma dessas qualidades na escolha, mas exigências excessivas podem inviabilizar e distorcer a análise. A medição das preferências em termos de probabilidade de ser a preferida e a composição em termos de probabilidades conjuntas funcionam efetivamente se os critérios satisfazem essas três propriedades. É claro que distorções podem decorrer, por exemplo, das distâncias assumidas entre as diferentes manifestações de preferências, da importância que se atribua automaticamente a cada critério e de se assumir independência entre os critérios. Estas distorções são, entretanto, quantificáveis e controláveis, ao contrário daquelas decorrentes de forçar o avaliador a estabelecer diferenças precisas entre alternativas, pesos para critérios ou avaliações para coeficientes de correlação entre os mesmos.

Do ponto de vista da capacidade de discriminar, o critério deve permitir classificar qualquer alternativa como “muito boa”, “boa”, “regular”, “ruim” ou “péssima”, ou de forma similar.

Não é necessário que todas as classes sejam igualmente ocupadas, bastando que haja alternativas em pelo menos duas classes. Se, segundo um dado critério, todas as opções são classificadas em apenas duas classes não importa como essas duas classes são verbalmente identificadas.

A transformação da classificação inicial em probabilidade de ser a preferida torna as classificações de opções nas posições extremas muito mais importante, ao combinarmos os diferentes critérios, que as classificações intermediárias. Não obstante, as classificações intermediárias afetam todos os cálculos, apenas com menor influência, o que corresponde à menor precisão com que os avaliadores tendem a classificá-las. Por exemplo, a presença de alguma alternativa em uma terceira categoria é indicação de maior ou menor distância entre duas classificações verbais.

Salvo expressa indicação em contrário, assumimos que a manifestação de preferência conforme um dado critério pode ser mais ou menos benevolente e mais ou menos enfática que a verbalização segundo outro sem que isto implique em maior ou menor distância entre as opções. Assumindo variância igual para todas as perturbações afetando classificações segundo um mesmo critério, mas diferentes de critério para critério, e estimando cada uma pela amplitude observada na classificação segundo o próprio critério, fazemos com que diferenças entre opções segundo critérios em que todas as alternativas têm classificações próximas tenham maior efeito na classificação final do que teriam no caso de critérios em que apareçam classificações mais distantes. Em outros termos, as diferenças entre posições igualmente espaçadas em dois critérios diferentes terão importância menor naquele critério que admita maior amplitude de classificações.

Quanto à relevância, dificilmente o avaliador está em condições de estabelecer numericamente a importância que se deve atribuir a cada critério. Para que o procedimento de composição se possa aplicar é bastante que o avaliador seja capaz de responder se o critério é importante e deve entrar na análise ou não. Se uma atribuição verbal de importância em termos de “muitíssimo relevante”, “muito relevante”, etc. for possível, poder-se-á calcular a probabilidade de o critério ser o mais relevante do mesmo modo que se calcula a probabilidade de uma opção ser a preferida por um critério qualquer. Poder-se-á, então, controlando a variabilidade das classificações que produzam, fazer variar a influência dos critérios na classificação final.

Finalmente, quanto a serem distintos, tudo que se exige é que cada critério ofereça uma contribuição própria à avaliação de alternativas como as que se deseja classificar. Nunca é possível assegurar que os critérios correspondam a características das opções totalmente distintas ou a princípios de avaliação independentes. Mas, ainda que haja correlação entre as avaliações segundo diferentes critérios, a dependência estatística é reduzida quando se consideram apenas os eventos do tipo “ser a preferida”, ou em geral, “situar-se na fronteira de preferência”. De fato, a localização na fronteira segundo um critério qualquer exige a satisfação em alto grau dos atributos que caracterizam esse critério e que nesse nível são distintas das que caracterizam outro critério qualquer. Em Sant’Anna (2002b), é apresentada evidência empírica de que a correlação entre esses eventos é suficientemente próxima de zero para que possamos assumir independência nos cálculos de probabilidades conjuntas de maximização e minimização de preferências. Isto não seria aconselhável em composições de postos, por exemplo.

Para uma discussão mais ampla das propriedades desejáveis dos critérios, veja, por exemplo, Roy (1996).

5. Exemplo Numérico

O exemplo a seguir permite identificar os efeitos das diferentes atitudes ao longo dos eixos otimista-pessimista e conservador-progressista e ilustra a variedade dos resultados a que se pode chegar variando apenas o enfoque adotado na composição dos critérios.

Consideremos a escolha entre quatro opções, de adquirir 4 poltronas A, B, C e D, avaliadas quanto a três critérios: X: conforto oferecido, Y: durabilidade esperada tendo em vista a qualidade do material empregado e Z: preço. As avaliações verbais são apresentadas na Tabela 1. As suas transformações em probabilidades de ser a melhor opção e em probabilidades de ser a pior opção nas Tabelas 2 e 3. O cálculo destas probabilidades foi realizado convertendo a escala verbal em uma escala linear (excelente \leftrightarrow 1, bom \leftrightarrow 2, sofrível \leftrightarrow 3, ruim \leftrightarrow 4 e péssimo \leftrightarrow 5) e assumindo perturbações normais independentes com desvio padrão estimado a partir das amplitudes observadas nas avaliações segundo o critério respectivo.

Opção	X	Y	Z
A	Excelente	sofrível	péssima
B	Ruim	boa	ruim
C	Sofrível	ruim	excelente
D	Péssima	excelente	sofrível

Tabela 1. Avaliação Verbal de 4 Opções segundo 3 Critérios

Opção	X	Y	Z
A	56%	14%	7%
B	13%	28%	13%
C	23%	6%	56%
D	7%	51%	23%

Tabela 2. Probabilidade de ser a Melhor Opção segundo cada Critério

Opção	X	Y	Z
A	6%	28%	47%
B	30%	14%	30%
C	18%	51%	6%
D	47%	6%	18%

Tabela 3. Probabilidade de ser a Pior Opção segundo cada Critério

Cada critério separadamente conduz a uma escolha diferente e a grande variabilidade nas avaliações ao longo dos critérios torna difícil determinar a melhor opção levando em conta todos os critérios. Os resultados das composições probabilísticas segundo os 4 enfoques resultantes das combinações dos extremos nos eixos otimista-pessimista e progressista-conservador, levando em conta apenas um par de critérios, são apresentados nas tabelas 4, 5 e 6. Em todas as três tabelas os enfoques aparecem na mesma ordem: primeiro, o enfoque otimista e progressista, depois, o enfoque pessimista e progressista e, finalmente, o enfoque otimista e conservador seguido do enfoque pessimista e conservador.

Opção	OTRG	ESRG	OTCN	ESCN
A	63%	8%	98%	68%
B	38%	4%	96%	60%
C	28%	1%	91%	40%
D	55%	4%	97%	50%

Tabela 4. Probabilidades Compostas segundo Critérios de Conforto e Durabilidade

Opção	OTRG	ESRG	OTCN	ESCN
A	21%	1%	87%	38%
B	38%	4%	96%	60%
C	59%	4%	97%	46%
D	62%	12%	99%	77%

Tabela 5. Probabilidades Compostas segundo Critérios de Durabilidade e Preço

Opção	OTRG	ESRG	OTCN	ESCN
A	60%	4%	97%	50%
B	25%	2%	91%	49%
C	66%	13%	99%	77%
D	29%	2%	92%	44%

Tabela 6. Probabilidades Compostas segundo Critérios de Conforto e Preço

Nas tabelas 4, 5 e 6 se verifica que, embora as probabilidades de ser a melhor opção variem de um enfoque para o outro, todos os enfoques conduzem à mesma escolha, que depende do par de critérios adotado. Ao combinar os critérios de conforto e durabilidade, o primeiro prevalece. Mas, ao combinarmos durabilidade e preço, prevalece a durabilidade. E, ao deixarmos de fora este critério, o critério de preço prevalece sobre o de conforto.

Entretanto, quando se consideram os três critérios em conjunto, cada enfoque conduz a um resultado diferente. A opção C é a preferida na composição otimista e progressista, mas é superada pela opção D quando se troca o otimismo por pessimismo. As duas empatam quando o enfoque combina otimismo e conservadorismo. E ambas são superadas pela opção B quando se adota o enfoque pessimista e conservador.

Opção	OTRG	ESRG	OTCN	ESCN
A	65%	0,6%	99,3%	36%
B	46%	0,5%	98,7%	42%
C	68%	0,8%	99,5%	38%
D	65%	0,9%	99,5%	41%

Tabela 7. Probabilidades Compostas combinando os 3 Critérios

A análise desses resultados chama a atenção para diferenças entre as opções difíceis de detectar sem o apoio da avaliação sistemática. Verifica-se, por exemplo, que a opção A, embora excelente do ponto de vista do conforto, é prejudicada na análise multicritério pela sua posição sofrível no critério durabilidade. Embora apresente em diferentes conceitos as mesmas classificações verbais da opção D, o efeito da classificação como sofrível no conceito durabilidade tem uma importância relativa maior porque as classificações verbais neste critério apresentam uma menor variabilidade. Caberia investigar se esta menor variabilidade é própria da verbalização das avaliações segundo este critério ou reflete uma maior proximidade entre as opções avaliadas. Se for este o caso, a análise probabilística deverá ser revista substituindo-se a estimativa para a dispersão por uma medida que reflita esta realidade.

É também interessante notar que a opção B, preferida no enfoque pessimista e conservador, é a opção com menor chance de ser a preferida em qualquer um dos outros enfoques, permanecendo bastante afastada das demais nos enfoques otimistas. Isto se deve ao fato de ela não ser a melhor opção segundo nenhum critério isoladamente, mas, não ser, também, a pior opção segundo nenhum dos critérios. Ao contrário, a opção C apresenta seu pior desempenho quando se adota o enfoque pessimista e conservador, porque a sua posição excelente quanto ao preço a favorece em qualquer abordagem otimista ou progressista.

Podemos, ainda, efetuar a divisão dos critérios em dois grupos, de atributos positivos das opções e de ônus envolvidos. No caso, os atributos positivos seriam o conforto e a durabilidade e o único critério associado a ônus seria o preço. Com um único critério neste grupo, não se lhe pode aplicar a escolha entre otimismo e pessimismo. Teríamos, então, ao todo, oito enfoques distintos para combinar os 3 critérios. Os enfoques pessimistas em que a mesma atitude, progressista ou conservadora, seja adotada em relação aos dois grupos de critérios resultam em medidas já consideradas acima. Restam, então, seis novas medidas conjuntas, associadas ao enfoque otimista e progressista quanto aos atributos positivos e conservador quanto ao preço, ao enfoque otimista e progressista quanto aos atributos positivos e progressista quanto ao preço, ao enfoque otimista e conservador quanto aos atributos positivos e progressista quanto ao preço, ao enfoque otimista e conservador quanto aos atributos positivos e conservador quanto ao preço, além do enfoque pessimista e progressista quanto aos atributos positivos e conservador quanto ao preço e do enfoque pessimista e conservador quanto aos atributos positivos e progressista quanto ao preço. Denotaremos, na Tabela 8, por OTRGCN, OTRGRG, OTCNRG, OTCNCN, ESRGCN e ESCNRG respectivamente, as medidas resultantes de se adotar cada um desses enfoques.

Opção	OTRGCN	OTRGRG	OTCNRG	OTCNCN	ESRGCN	ESCNRG
A	33%	5%	7%	52%	2%	5%
B	27%	5%	13%	67%	1%	8%
C	26%	16%	51%	86%	12%	23%
D	45%	13%	22%	80%	1%	11%

Tabela 8. Probabilidades Compostas com os 3 Critérios em 2 Grupos

Com a exigência de bom desempenho em preço e pelo menos mais algum critério, a opção C aparece agora como a de maior preferência em todas as combinações, exceto em uma. A medida OTRGCN favorece mais a opção D, por lhe dar a oportunidade de descartar o critério de conforto, adotando adicionalmente uma atitude conservadora quanto ao critério de preço.

6. Conclusão

Verifica-se que a medição de preferência em termos de probabilidades de ser a melhor opção suscita a possibilidade de identificar enfoques distintos na composição de múltiplos critérios em medidas de probabilidades conjuntas. A exploração sistemática desses enfoques, mesmo no caso de pequeno número de opções e pequeno número de critérios, mostra-se elucidativa.

Para complementar a estratégia de análise aqui desenvolvida, os resultados obtidos com a aplicação dos enfoques extremos podem ser comparados com resultados associados a pesos derivados de medidas de preferência entre os critérios. As formas de ponderação básicas consistem em excluir alguns critérios e aos outros atribuir pesos iguais. Sua aplicação de forma sistemática, como realizada no exemplo apresentado neste trabalho, também se revelou capaz de contribuir efetivamente para o entendimento do problema de decisão.

7.Referências

- Bana e Costa, C. A.; Vansnick, J. C. (1999) The MACBETH Approach: Basic Ideas, Software, and an Application. *Advances in Decision Analysis*. Edited by Meskens, N. e Roubens M (eds.). Kluwer, Dordrecht. 131-157.
- Bortolan, G. e Degani, R. (1985). A Review of some methods for ranking fuzzy subsets, *Fuzzy Sets and Systems*, **15**, 1-19.
- Bottomley, P. A., Doyle J. R., Green R. H. (2000) Testing the reliability of weight elicitation methods: direct ratings versus point allocation, *Journal of Marketing Research*. **37**, 508-13.
- Brugha, C. (1998). Structuring and weighting criteria in multicriteria decision making, *Proceedings of the 13th International Conference on Multiple Criteria Decision Making*, Stewart, T. J. e Van den Honert, R. C. (eds.): Springer. Berlin. 234-237.
- Chen, S. J. and Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*, Springer. Berlin.
- Keeney, R. e Raiffa H. (1976) *Decisions with multiple objectives: Preferences and Value Trade-offs*. Wiley, N.Y.
- Lootsma, F. A. (1988). "Numerical Scaling of Human Judgement in pairwise-comparison methods for fuzzy multicriteria decision analysis", *NATO ASI Series F, Computer and System Sciences*, **48**, 57-88, Springer, Berlin.
- Lootsma F. A. (2000). Multi-criteria decision analysis, an overview. In: *Kluwer's Encyclopedia of Mathematics* Kluwer. Dordrecht.
- Poyhonen, M, Hamalainen, R. P.(2001) On the convergence of multiattribute weighting methods. *European Journal of Operations Research*, **129**, 569-85.
- Roy, B (1968) Classement et Choice en presence de points de vue multiple (la methode Electre), *Revue Française d'Automatique Information et Recherche Operationelle*, **8**, 57-75.
- Roy, B. (1996) *Multicriteria Methodology for Decision Aid*. Kluwer. Dordrecht.
- Roy, B. e Mousseau, V. (1996) A theoretical framework for analysing the notion of relative importance of criteria. *Journal of Multi Criteria Decision Analysis*, **5**, 145-159.
- Roy, B e Vanderpooten, D (1996) The European School of MCDA: emergence, basic features and current works. *Journal of Multicriteria Decision Analysis*. **5**, 22-38.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling for Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, **15**, 234-281.
- Sant'Anna, A. P. (2002a) Aleatorização e Composição de Medidas de Preferência. *Pesquisa Operacional*, **22**, 87-103.
- Sant'Anna, A. P. (2002b) Data Envelopment Analysis of Randomized Ranks. *Pesquisa Operacional*, **22**, 203-215.
- Slowinski, R. (1998) *Fuzzy Sets in Decision Analysis, Operations Research and Statistics*, Kluwer, Dordrecht.