

Conforme já mencionado, esse tópico está associado à avaliação intracritério, com função valor linear. Este item poderia ser denominado de “procedimentos para construção de função valor linear”.

Provavelmente, ao invés de normalização, o termo mais apropriado para esse procedimento seja “transformação de escala”, que é de fato do que se trata. No entanto, o termo “normalização” será usado neste texto, tendo em vista sua maior difusão.

Deve-se ter cuidado para não confundir procedimentos estatísticos de normalização com os procedimentos de normalização em modelos de decisão multicritério. Há uma distinção importante entre a normalização em MCDA e a normalização em procedimentos estatísticos. Em MCDA, a normalização consiste em transformação na escala de avaliação, visto que o interesse está relacionado à avaliação preferencial, envolvendo julgamento de valor para a tomada de decisão. Em geral, utiliza-se um intervalo de (0,1) para os valores. No entanto, no contexto de avaliação preferencial existem procedimentos, que embora chamados de normalização, passam a utilizar escalas diferentes de (0,1); por exemplo, escala discreta de 1 a 5. Em procedimentos estatísticos de normalização, podem-se usar média e desvio-padrão e construir outro tipo de modelo de avaliação, que são apropriados para análise de dados.

A questão de estabelecimento de escalas pode estar muito associada à geração de indicadores gerenciais ou de desempenho. Esses indicadores podem ser apenas descritivos sobre uma dada situação. Nesse caso, a representação estatística pode ser importante para descrever a situação. No outro caso, os indicadores devem mostrar níveis de desempenho sobre objetivos. Nesse caso, os indicadores devem representar preferências, envolvendo, portanto, julgamento de valor.

Munda (2008) distingue processo de escalearização (*scaling*) do processo de normalização. O segundo trata de uma mudança objetiva na unidade de medida, que corresponde ao que foi referido acima como sendo descritivo. O primeiro trata da representação de julgamentos humanos e apresenta uma descrição analítica do sistema de valor do decisor.

Esses procedimentos de normalização podem alterar a origem ou a unidade das escalas originais. Portanto, deve-se tomar cuidado para se utilizar um procedimento compatível com o método MCDA a ser usado.

Um procedimento de normalização efetua uma transformação na escala de avaliação, que em geral passa a utilizar um intervalo (0,1). Ou seja, o elemento de menor preferência tem valor 0 e o de maior preferência tem valor 1. No entanto, no contexto de avaliação preferencial, existem procedimentos que, embora chamados de normalização, passam a utilizar escalas diferentes de (0,1).

A seguir alguns procedimentos utilizados são apresentados, considerando que:

- a função valor $v_j(a_i)$ fornece a avaliação de cada alternativa i para cada critério j ;
- nas escalas utilizadas deseja-se maximizar o resultado; caso a função valor seja do tipo que se deseja minimizar, então deve-se transformá-la usando $v'_j(a_i) = 1/v_j(a_i)$, que mantém cardinalidade para uma escala de razão;
- todos os valores de $v_j(a_i) > 0$.

A seguir três procedimentos são apresentados, com as correspondentes características:

- 1) Procedimento 1: $v'_j(a_i) = [v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)] / [\text{Max } v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)]$:
 - Os valores de $v'_j(a_i)$ são obtidos no intervalo: $0 \leq v'_j(a_i) \leq 1$.
 - Pode ser interpretado como sendo um percentual da faixa de variação $\text{Max } v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)$.
 - Observa-se que o zero significa apenas o valor mínimo.
- 2) Procedimento 2: $v'_j(a_i) = v_j(a_i) / [\text{Max } v_j(a_i)]$:
 - Divisão pelo valor máximo.
 - Os valores de $v'_j(a_i)$ são obtidos no intervalo: $0 < v'_j(a_i) \leq 1$.
 - Pode ser interpretado como sendo um percentual do valor máximo de $v_j(a_i)$.
 - Indica a distância para a alternativa líder.
- 3) Procedimento 3: $v'_j(a_i) = v_j(a_i) / [\sum_i v_j(a_i)]$:
 - Divisão pela soma.
 - Os valores de $v'_j(a_i)$ são obtidos no intervalo: $0 \leq v'_j(a_i) \leq 1$.
 - Pode ser interpretado como sendo um percentual do total $\sum_i v_j(a_i)$.

A proporcionalidade é mantida nos procedimentos 2 e 3. Já no procedimento 1, a proporcionalidade não é mantida; isto é $v'_j(a_i)/v'_j(a_k)$ não necessariamente é igual a $v_j(a_i)/v_j(a_k)$.

O procedimento 3 é utilizado no método AHP e é também utilizado para normalização de pesos. Esse procedimento produz valores menores e mais concentrados do que o procedimento 2.

Há procedimentos que apresentam uma transformação mais significativa nos valores dos dados relativos às consequências, tais como os seguintes, apresentados por Munda (2008):

a) Distância para a Média: $v'_j(a_i) = v_j(a_i) / \{\text{valor médio}[v_j(a_i)]\}$

- A alternativa com valor médio, tem valor = 1 e as outras recebem valores em torno de 1, que dependem da distância para a média.

b) Desvio-padrão para a Média:

$$v'_j(a_i) = \{[v_j(a_i)] - \{\text{valor médio}[v_j(a_i)]\}\} / \{\text{desvio padrão das avaliações}\}$$

- Esse procedimento impõe uma distribuição normal padronizada (com média 0 e desvio-padrão 1).
- As alternativas apresentam valores positivos ou negativos em torno da alternativa de desempenho médio (que fica com valor 0).

Uma alternativa ao primeiro procedimento é a de distância à mediana:

$$v'_j(a_i) = v_j(a_i) / \{\text{mediana}[v_j(a_i)]\}$$

Nesse procedimento, a alternativa com valor igual à mediana tem valor igual a 1 e as outras recebem valores em torno de 1, que dependem da distância para a mediana.

A seguir, um exemplo de aplicação de procedimentos de normalização aos valores da Tabela 1.1, assumindo-se que a função valor é linear para todos os critérios. A Tabela 2.3 apresenta um exemplo da aplicação do procedimento de normalização 1, em que os valores passam a estar representados numa escala intervalar, visto que esse procedimento não mantém a proporcionalidade. Observa-se que na Tabela 2.3 todos os critérios apresentam valores 0, que representam a consequência com o mínimo valor, ou pior valor, e valores 1, que representam a consequência com o máximo valor.

Nesse exemplo, o menor valor de confiabilidade é 70, de modo que $v_4(70) = 0$. O maior valor de confiabilidade é 95, de modo que $v_4(95) = 1$. Já o crité-

rio preço é um critério para o qual se deseja minimizar o valor, então se deve transformá-la usando $v'_1(a_i) = 1/v_j(a_i)$, antes de efetuar a transformação com o procedimento 1. Para o preço, o maior valor para o decisor é o que tem o menor preço de \$ 40, de modo que $v_1(40) = 1$. O menor valor para o decisor é o que tem maior valor de preço \$ 55, de modo que $v_1(55) = 0$, conforme se observa nas Tabelas 1.1 e 2.3.