

Avaliação Multicritério de Fornecedores

Rui Assis (Eng.º Mec. Ph.D. IST)

rassis@rassis.com

www.rassis.com

Dezembro-2015

Resumo

O método hierárquico multicritério (AHP – Analytic Hierarchy Process) constitui uma ferramenta adequada para selecção de alternativas de decisão e particularmente para selecção e avaliação contínua do desempenho de fornecedores, não obstante encontrar-se pouco difundido nas organizações. Descreve-se neste artigo um caso fictício, que permite ilustrar a aplicação deste método na avaliação rotineira do desempenho de fornecedores de um mesmo artigo/material ou família de artigos/materiais. Distingue-se entre critérios que se prestam à classificação do mérito “relativo” entre os vários fornecedores e de mérito “absoluto” (medido numa escala predeterminada).

Palavras-chave: *Método AHP, Avaliação de fornecedores, Mérito do desempenho, Mérito relativo, Mérito absoluto, Apoio à decisão, Indicadores, Métricas, Ranking de mérito.*

Introdução

Com a globalização da economia e o aumento da concorrência, as empresas vêm-se compelidas a integrar nos seus objectivos, não só objectivos económicos clássicos tendentes à maximização do lucro, mas também objectivos não económicos e, contudo, vitais para a sua sobrevivência. Alguns destes objectivos não económicos referem-se a necessidades sociais dos trabalhadores, à ética ambiental, à qualidade dos produtos, às relações com fornecedores e distribuidores, à imagem/prestígio, à legislação, à resposta rápida a solicitações do mercado, etc.

Existem muitas situações no quotidiano das empresas em que o processo de decisão tem de considerar critérios múltiplos. Assim, uma empresa pode querer determinar a alocação óptima dos seus produtos aos diferentes mercados, de forma a otimizar simultaneamente os resultados económicos e a quota de mercado; a empresa pode também desejar alocar a produção dos seus produtos às várias unidades fabris, de forma a maximizar a sua ocupação e, simultaneamente, minimizar os custos de produção. Uma empresa que pretende preencher uma vaga de pessoal, terá em consideração as diferentes características dos candidatos de forma a julgar a sua adequabilidade ao lugar.

A uma escala macro, um governo pode estar interessado em promover diferentes tipos de indústria em diferentes regiões, de forma a promover as exportações, maximizar as oportunidades de emprego e distribuir a riqueza mais uniformemente entre as regiões, dependendo das suas prioridades.

Para julgar localizações alternativas de uma nova fábrica, uma empresa deve tomar em consideração, entre outras, as distâncias aos mercados, os factores de custo locais e a disponibilidade de mão-de-obra qualificada.

Estas e muitas outras situações demonstram o facto de que o Processo de Decisão Multicritério (ou Multiobjectivo) faz parte, hoje em dia, das actividades vitais de uma organização.

O processo de tomada de decisão pode ser definido como um esforço para resolver o dilema dos objectivos conflitantes, cuja presença impede a existência de uma solução “óptima” e conduz o decisor para a procura da solução de “melhor compromisso”. Daí a grande importância do método multicritério ou multiobjectivo como instrumento de apoio à decisão.

Em resumo e de uma forma geral, pode-se dizer que um problema de tomada de decisão é um problema em que, face a um conjunto de objectivos, há que considerar um conjunto de soluções possíveis, ou alternativas, de entre as quais se pretende escolher a melhor, ou delimitar o subconjunto das boas, ou ordená-las por ordem decrescente de preferência global. Outras vezes, pretende-se apenas descrever as alternativas e caracterizar as suas múltiplas consequências, de forma a facilitar a avaliação e comparação das vantagens e desvantagens relativas.

1. Conceitos básicos

Muitos métodos foram desenvolvidos nestes últimos anos de forma a possibilitarem a análise multicritério de alternativas de decisão. De entre estes, houve um que se popularizou bastante catapultado por empresas de consultoria multinacional. Este método de avaliação multicritério foi desenvolvido por Saaty [1][2] e foi designado *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Em português poderá designar-se Método Hierárquico Multicritério (MHM).

O MHM é particularmente adequado para estruturar um problema complexo considerando vários critérios ligados hierarquicamente e podendo abranger vários períodos. A comparação dois a dois de elementos (atributos, critérios, subcritérios, etc.) pode realizar-se usando uma escala que permite avaliar em que medida um elemento domina outro segundo a perspectiva de um elemento de nível imediatamente superior. Este processo de escalonamento pode depois ser transformado

em graus de prioridade (mérito, preferência, satisfação ou utilidade) na comparação de diferentes alternativas de decisão.

O MHM comporta cinco fases:

1. Construção de uma hierarquia de elementos relacionados e identificação de alternativas;
2. Determinação da importância relativa dos critérios e (eventuais) subcritérios;
3. Determinação do peso de cada alternativa à luz de cada critério (ou subcritérios);
4. Determinação dos indicadores de coerência das comparações dois a dois;
5. Determinação do peso (ou classificação) global de cada alternativa.

1.1 Construção de uma hierarquia

O MHM começa por decompor um problema de decisão complexo numa hierarquia de subproblemas. A Figura 1 mostra a forma clássica de um exemplo de hierarquia MHM desenhada para selecção de um equipamento. O objectivo do problema decisional é representado no topo (nível I). No nível II encontram-se representados os critérios considerados pertinentes para o alcance do objectivo. Os próximos níveis descendentes podem conter subcritérios, sub-subcritérios, etc. As alternativas em avaliação (cinco propostas de fornecimento no caso exemplificado) são representadas no nível mais baixo.

A matemática do MHM é baseada no princípio da composição de hierarquias. Segundo este princípio, os elementos que integram um mesmo nível hierárquico são independentes entre si. Considere-se, por exemplo, o nível II da Figura 1. De acordo com este princípio todos os critérios que nele figuram são independentes, isto é, uma alteração da métrica (ou descritor) de um destes critérios não implica a alteração do valor da métrica de qualquer outro critério.

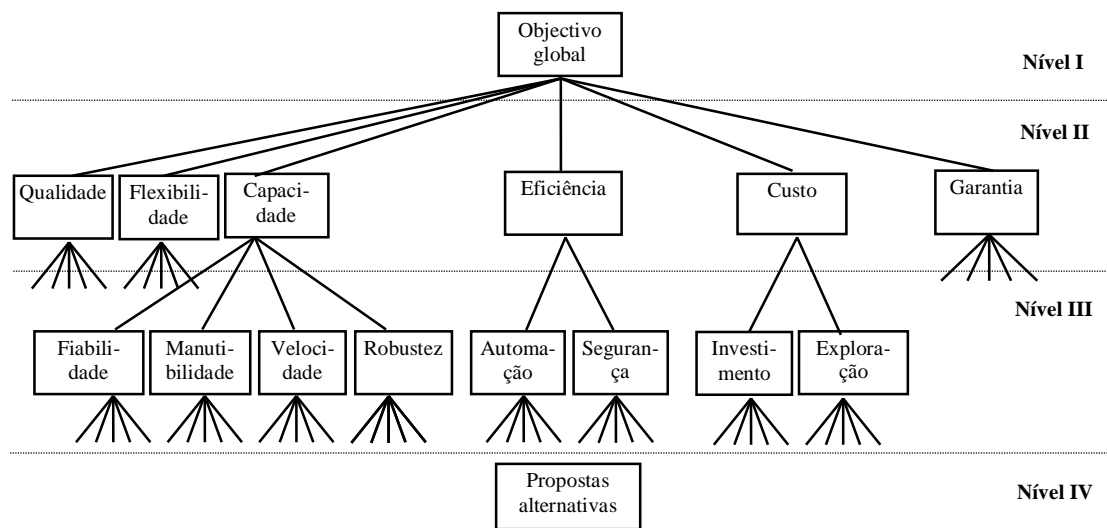


Figura 1 – Exemplo de uma hierarquia MHM aplicada à selecção de um equipamento

A construção de uma hierarquia rege-se pelas seguintes quatro regras:

1. Cada critério distingue pelo menos duas alternativas, ou seja, o mesmo valor da sua métrica nunca se aplica a todas as alternativas;
2. Cada critério deve traduzir uma faceta única do problema em análise, isto é, os critérios nunca devem ser dependentes entre si nem redundantes;
3. O conjunto de critérios deve ser suficiente para seleccionar a melhor alternativa;
4. As diferenças dos valores dos descritores de cada critério possuem significado e permitem distinguir diferentes alternativas entre si.

Os critérios podem ser descritos por atributos qualitativos ou subjectivos (qualidade de um equipamento, estética, segurança, etc.) ou por atributos quantitativos (métricas) ou objectivos (Kms a percorrer, número de habitantes de uma região, milhares de euros de investimento...).

No MHM, as diferentes métricas (atributos ou descritores) de cada critério são normalizadas, ou seja, adimensionalizadas numa escala de 0 a 1.

1.2 Normalização

A normalização tem como objectivos:

- Conseguir que a soma das ponderações de todos os critérios, à luz dos quais as várias alternativas são avaliadas, resulte igual a 1. Para tal, é necessário calcular para cada critério um valor na escala de 0 a 1;
- Conseguir que a soma das classificações de todas as alternativas à luz de cada critério (objectivo ou subjectivo) resulte igual a 1. Para tal, é necessário calcular para cada métrica um valor na escala de 0 a 1;
- Conseguir que a soma das classificações globais de todas as alternativas à luz dos vários critérios resulte igual a 1. Para tal, é necessário calcular para cada alternativa um valor na escala de 0 a 1. Estes valores traduzem a “atractividade” ou “mérito relativo” de cada alternativa à luz dos vários critérios usados na sua avaliação.

A métrica de uma alternativa à luz de determinado critério de natureza quantitativa A_n pode ser considerado do tipo “quanto maior melhor” ou do tipo “quanto menor melhor”. Assim, ter-se-ão duas formas diferentes de o normalizar (ou de obter a sua medida objectiva MO_j):

1. Se a métrica for do tipo “quanto maior melhor”, então a medida objectiva MO_j é dada por:

$$MO_j = A_j \cdot \left(\sum_{i=1}^N A_i \right)^{-1} \quad (1)$$

Em que n representa o número de alternativas ($1 \leq i \leq n$) e A_j a métrica de uma alternativa à luz do critério j .

2. Se a métrica for do tipo “quanto menor melhor”, então a medida objectiva MO_j pode ser calculada também pela Expressão anterior mas aplicada ao inverso de cada métrica.

Na perspectiva do decisor, muitas vezes estas relações não são expressas por uma função matemática, mas por uma relação empírica. A Figura 2 exemplifica alguns casos frequentes.

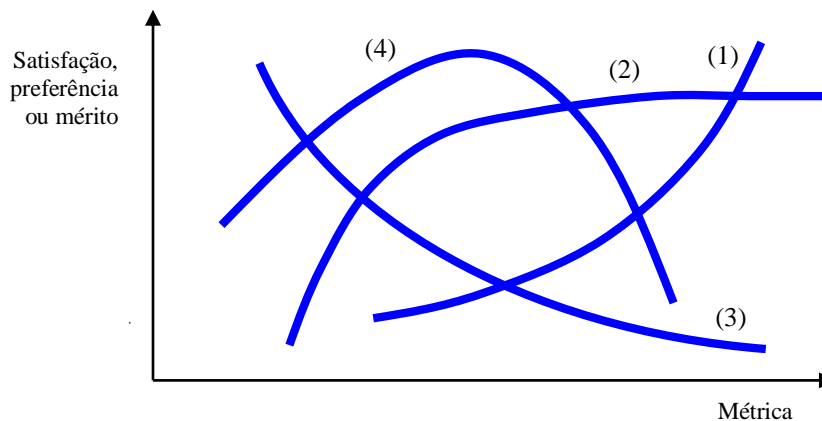


Figura 2 – Exemplos de relação entre o mérito e a métrica: (1) Crescimento exponencial; (2) Crescimento com saturação; (3) Decrescimento; (4) Crescimento, saturação, decrescimento

A forma de quantificar o grau de satisfação nestes casos consiste em comparar as alternativas duas a duas (entre pares) recorrendo ao método descrito no próximo ponto.

1.3 Matriz de comparação dois a dois

Considere-se uma hierarquia de um único nível composta por n critérios. O problema de decisão consiste na forma sistemática e quantitativa de comparar a importância relativa de cada critério. Na perspectiva matemática, o objectivo consiste em determinar os valores não negativos dos pesos w_i de cada critério c_i para $1 \leq i \leq n$. Se os pesos $w = (w_1, \dots, w_n)$ forem conhecidos, então a importância relativa do critério c_i quando comparado com c_j será dada pela relação w_i/w_j . A ideia básica do MHM é precisamente a de partir de uma comparação “dois a dois” (ou entre pares) dos critérios e determinar os pesos de uma forma particular.

Combinando os vectores-coluna resultantes de todas as n possíveis comparações “dois a dois” numa matriz, obtém-se a matriz \mathbf{A} – ponto de partida do método proposto por Saaty [1]:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & & & & \\ w_3/w_1 & & & & \\ \vdots & & & & \\ w_n/w_1 & & & & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

Os elementos da matriz possuem a seguinte propriedade particular $a_{ij} = 1/a_{ji}$ para quaisquer valores de i e de j . Daqui resulta que, por um lado, os elementos ao longo da diagonal da matriz são unitários e, por outro, os blocos triangulares do canto superior direito e do canto inferior esquerdo são recíprocos. Resulta também a constatação de que w é um vector próprio (*eigenvector*) da matriz \mathbf{A} de valor próprio (*eigenvalue*) n .

$$\mathbf{A} \cdot w = n \cdot w \quad (3)$$

A matriz \mathbf{A}/n é simplesmente um operador projectado sobre o espaço de uma única dimensão definido pelo vector w . De facto, os vectores-coluna de \mathbf{A} são proporcionais, em consequência da representação de n comparações perfeitamente consistentes relativamente a cada critério.

No MHM, é proposta uma escala linear 1, 2, 3, ..., 9 para comparação dos critérios “dois a dois” de modo a quantificar quanto um critério é mais importante (preferido) do que os restantes (Quadro 1). Se um critério é menos importante do que um outro, então, usam-se as preferências inversas 1, 1/2, 1/3, ..., 1/9.

Quadro 1 – Referencial de preferências

	Escala
. Se x é tão importante (preferível) como y , então ...	1
. Se x é pouco mais importante (preferível) do que y , então ...	3
. Se x é mais importante (preferível) do que y , então ...	5
. Se x é muito mais importante (preferível) do que y , então ...	7
. Se x é muitíssimo mais importante (preferível) do que y , então ...	9

A escolha de uma escala linear e o valor máximo é, de certa forma, arbitrária mas é simplesmente um reflexo do problema geral de quantificação de preferências em modelos de decisão multicritério. É bastante razoável usar uma escala de avaliação positiva limitada, isto é, não são permitidas preferências “infinitas”. Em consequência, todos os elementos da matriz \mathbf{A} são finitos e positivos. Na prática, uma vez estabelecida a hierarquia de critérios à luz dos quais várias alternativas de decisão deverão ser analisadas, fixam-se os pesos (prioridades ou importâncias) de cada critério inscrito em cada nível da hierarquia. Estes pesos obtêm-se pedindo às várias pessoas que contribuem para a decisão, que avaliem os vários elementos em cada nível. Esta

avaliação processa-se comparando entre si cada dois elementos de um nível da hierarquia no respeitante à sua importância relativa para cada elemento situado ao nível imediatamente superior. Esta avaliação é acompanhada de perguntas do género:

- Ao nível dos critérios: “Em que medida considera mais importante o critério C_{11} do que o critério C_{12} na perspectiva do critério C_1 ? (de nível imediatamente superior na hierarquia, do qual aqueles constituem desdobramentos);
- Ao nível das alternativas: “Na perspectiva do critério C_{11} , em que medida prefere a alternativa A_1 à alternativa A_2 ?”.

A magnitude da resposta indica o grau de preferência de um elemento da decisão em relação a outro. De uma forma geral, deve-se considerar o referencial de preferências descrito no Quadro 1 (valores entre 1 e 9 e seus recíprocos). Os números pares 2, 4, 6 e 8 podem ser usados pelo moderador da reunião, na representação de compromissos entre as preferências da escala acima.

Este método de julgamento pode ser usado para comparar entre si critérios ou subcritérios ou, ainda, alternativas à luz de um qualquer critério. Por exemplo, o Quadro 2 mostra uma matriz onde foram inscritas as preferências resultantes da comparação “dois a dois” dos cinco critérios, genericamente designados por A , B , C , D e E .

Quadro 2 – Matriz de preferências dos critérios

	A	B	C	D	E
A	1	1/3	5	6	5
B	3	1	6	7	6
C	1/5	1/6	1	3	1
D	1/6	1/7	1/3	1	1/4
E	1/5	1/6	1	4	1

Nesta matriz pode ver-se, por exemplo, que o critério C foi considerado pouco mais importante do que o critério D (preferência 3) e tão importante como o critério E (preferência 1). A diagonal onde se intersectam os mesmos critérios encontra-se, logicamente, preenchida com o valor 1. Os valores inscritos em cada célula são inversos dos valores inscritos nas células simétricas em relação àquela diagonal.

1.4 Cálculo do vector de prioridades

Em termos de cálculo matricial, os pesos dos elementos da matriz obtêm-se calculando o vector próprio (ou vector de prioridades) da matriz. O Quadro 3 mostra os cálculos e o Quadro 4 mostra o resultado, ou seja, o vector próprio obtido pelas médias aritméticas das cinco linhas.

Quadro 3 – Soma das colunas da matriz de preferências dos critérios seguida de normalização

	A	B	C	D	E
A	1	1/3	5	6	5
B	3	1	6	7	6
C	1/5	1/6	1	3	1
D	1/6	1/7	1/3	1	1/4
E	1/5	1/6	1	4	1
$\Sigma =$	4,567	1,810	13,333	21,000	13,250
	A	B	C	D	E
A	0,219	0,184	0,375	0,286	0,377
B	0,657	0,553	0,450	0,333	0,453
C	0,044	0,092	0,075	0,143	0,075
D	0,036	0,079	0,025	0,048	0,019
E	0,044	0,092	0,075	0,190	0,075
$\Sigma =$	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Quadro 4 – Vector próprio dos critérios

A	0,288
B	0,489
C	0,086
D	0,041
E	0,095
$\Sigma =$	1,000

1.5 Determinação da coerência dos julgamentos

O MHM compreende uma forma de medir a coerência dos julgamentos subjectivos, quando se procede à comparação “dois a dois” dos elementos de um nível na perspectiva de cada um dos elementos do nível imediatamente superior. Nesta abordagem assume-se que existem precisamente $n.(n - 1)/2$ questões, ou seja, possui-se um conjunto empírico de comparações “dois a dois” correspondente ao triângulo inferior esquerdo da matriz de comparação **A**.

Na forma *standard*, não se leva a cabo uma comparação de c_i com c_j e de c_j com c_i pois assume-se *a priori* que as respostas são consistentes, isto é, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ e que a parte superior direita do triângulo é simétrica e inversa da parte inferior esquerda. Em princípio, este pressuposto não é necessário à lógica da abordagem, podendo colocar-se $n.(n - 1)$ questões na análise.

O método do MHM prossegue notando que, muito provavelmente, a matriz **A** apresentará inconsistências, isto é, algumas das suas colunas não serão necessariamente proporcionais. Assim, a Expressão (3) não será necessariamente satisfeita. *Saaty* [1][2] propôs encontrar o vector de pesos w como um vector próprio (*eigenvector*), solucionando a equação:

$$\mathbf{A} \cdot w = \lambda_{max}.w \quad (4)$$

Na qual, λ_{max} é o valor próprio máximo da matriz **A**. Pode-se demonstrar que $\lambda_{max} \geq n$. O grau de aproximação do *eigenvalue* máximo de n , na situação de consistência perfeita, é usado para definir um rácio de consistência *RC*:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (5)$$

Onde *IC* representa o índice de consistência resultante da comparação “dois a dois” do processo realizado e é calculável por:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

E *IA* representa o mesmo índice de consistência *IC* resultante do mesmo processo de comparação “dois a dois”, mas no qual as comparações na escala de 1 a 9 foram realizadas aleatoriamente milhares de vezes. *IA* foi calculado depois pela média aritmética dos resultados.

O *RC* deve apresentar um valor $\leq 0,1$ para que o processo de comparação seja considerado suficientemente coerente, *Saaty* [1][2].

Voltando ao Exemplo anterior no Quadro 2, a consistência dos julgamentos subjectivos que tiveram lugar durante a construção da matriz é determinada, multiplicando a matriz de comparações (matriz **A** segundo o Quadro 2) pelo vector próprio **B** (Quadro 4), obtendo-se um novo vector **C** – o vector soma ponderado (Quadro 5).

Divide-se depois cada elemento do vector **C** pelo seu elemento correspondente no vector **B** e obtém-se um novo vector **D** – o vector consistência.

$$\mathbf{D} = \left| \begin{array}{l} 1,606/0,288; 2,731/0,489; 0,445/0,086; 0,212/0,041; 0,4860/0,095 \\ 5,570; 5,583; 5,178; 5,117; 5,095 \end{array} \right|$$

Quadro 5 – Produto da matriz de comparações pelo vector próprio

	A								B		=	C	
1	1/3	5	6	5		x	0,288					1,606	
3	1	6	7	6			0,489					2,731	
1/5	1/6	1	3	1			0,086					0,445	
1/6	1/7	1/3	1	1/4			0,041					0,212	
1/5	1/6	1	4	1			0,095					0,486	

Calcula-se agora a média aritmética dos elementos do vector **D**, o qual se representa por λ_{max} e obtém-se:

$$\lambda_{max} = (5,570 + 5,583 + 5,178 + 5,117 + 5,095) / 5 = 5,309$$

Pela Expressão (6), o índice de consistência *IC* resulta igual a:

$$IC = (5,309 - 5) / (5 - 1) = 0,077198$$

Os índices aleatórios *IA* para várias dimensões da matriz encontram-se descritos no Quadro 6.

Quadro 6 – Índices aleatórios

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...
<i>IA</i>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	...

No caso do Exemplo, para $n = 5$ vem que $IA = 1,12$. O rácio de consistência *RC* será, então:

$$RC = IC / IA = 0,077198 / 1,12 = 0,06893$$

Como $RC < 0,1$ pode-se concluir que a comparação “dois a dois” dos critérios para obtenção do vector próprio é suficientemente consistente.

2. Exemplo de aplicação

Uma empresa pretende classificar os seus três fornecedores de um certo artigo destinado ao seu processo produtivo, designados adiante genericamente por F1, F2 e F3. Essa classificação (numa escala de 1 a 10) será determinante para a manutenção das relações comerciais, sendo necessário manter uma classificação global de pelo menos 5 naquela escala e não menos do que 3 em qualquer dos critérios seguidamente descritos.

Para apoiar a avaliação numa base periódica, a Direcção da empresa constituiu uma equipa formada por pessoas das áreas do Aproveitamento, Produção e Qualidade. Após algum tempo e discussão, foi possível chegar a um acordo quanto à hierarquia de critérios a utilizar. Assim, foram seleccionados os critérios “Qualidade” (medido pela percentagem média de entregas sem reclamações), “Preço” (medido em €/unidade), “Serviço” (medido pela facilidade do diálogo e rapidez de actuação após uma reclamação) e “Prazo” (medido, a um segundo nível, pelos critérios “Duração” e “Incumprimento”).

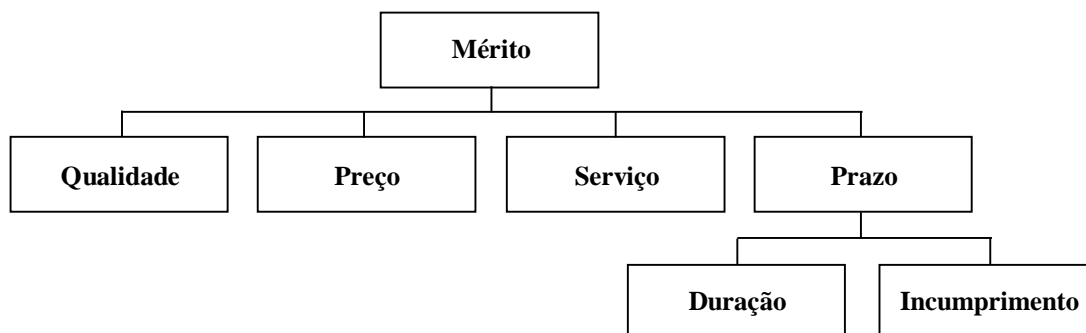


Figura 3 – Estrutura hierárquica de critérios para avaliação do desempenho dos fornecedores

O objectivo consiste pois em determinar o mérito de cada fornecedor em cada período de controlo à luz de quatro critérios (2º nível), um dos quais (o prazo) se desdobra em dois subcritérios (3º nível).

O subcritério “Duração” é medido pelo número de dias acordado entre a confirmação de uma encomenda e a sua entrega, e o subcritério “Incumprimento” é medido pela média dos dias de atraso em relação àquela duração (antecipações não acordadas não são permitidas). Contudo, este indicador poderia ser outro. Suponhamos que temos dois fornecedores A e B, com os quais se encontram contratualizados os prazos de entrega 3 e 5 dias respectivamente. Se num determinado mês for apurado que as médias aritméticas dos desvios dos n últimos períodos são de 2 dias para ambos os fornecedores, os valores das métricas em termos absolutos seriam de 2 no caso do A e 2 no caso do B, o que não permitiria diferenciar os fornecedores um do outro. Mas se a métrica for antes calculada pelo cociente do desvio pela duração do prazo de entrega, as métricas passariam a ser $2/3$ e $2/5$. Esta diferença já os permitiria diferenciar. Todavia, a selecção de um ou outro indicador dependerá sempre do objectivo específico. Com efeito, na perspectiva das consequências para o cliente, o atraso médio de 2 dias nas entregas dos dois fornecedores traduz-se na mesma consequência: um volume igual do *stock* de segurança (se o nível de segurança assumido for também o mesmo).

Outros critérios poderiam ser “Capacidade económico-financeira”, “Idoneidade/credibilidade” e “Experiência”. Estes dois últimos seriam adequados no caso de um novo fornecedor.

A equipa debruçou-se depois sobre a importância relativa dos vários critérios e subcritérios, tendo adoptado para o efeito o método de comparação dois a dois. Da comparação entre os quatro critérios resultou a pontuação expressa no Quadro 7.

Quadro 7 – Comparação entre pares dos cinco critérios

	Qualidade	Preço	Serviço	Prazo
Qualidade	1	2	4	3
Preço		1	3	3
Serviço			1	2
Prazo				1

Os dois subcritérios “Duração” e “Incumprimento” foram comparados entre si no respeitante à sua importância para o critério “Prazo”, tendo resultado a seguinte pontuação:

Quadro 8 – Comparação entre pares dos dois subcritérios

	Duração	Incumprimento
Duração	1	
Incumprimento	3	1

A equipa considerou que as métricas dos três fornecedores correspondentes aos critérios “Preço” e “Prazo” deverão ser transformadas linearmente. A melhor métrica receberá o valor 10 e a pior o valor 5 (o terceiro fornecedor receberá uma classificação interpolada).

A equipa considerou também que deveria fixar limites para as métricas dos critérios “Qualidade” e “Incumprimento”, deixando as restantes dependentes das flutuações do desempenho (“Serviço” e “Duração”) e da vontade (“Preço”) dos fornecedores. Em consequência, as métricas “Qualidade” e “Incumprimento” deverão obedecer aos limites e formas descritos no Quadro 9 e Figuras 4 e 5 [3].

Quadro 9 – Correspondência entre as métricas dos critérios e o mérito

Escala de mérito	Qualidade	Incumprimento dos prazos
0	0,75	3
3	0,88	2,3
7	0,96	0,8
10	0,992	0,05

Neste Quadro, pode ver-se que o mérito 0 corresponde ao pior valor da métrica considerado possível ser alguma vez atingido (0,75 no caso da “Qualidade” e 3 no caso do “Incumprimento”) e o mérito 10 corresponde ao máximo valor da métrica que se considera ser possível atingir no curto prazo negociado com os três fornecedores (0,992 no caso da “Qualidade” e 0,05 no caso do “Incumprimento”). Pode ver-se também que a métrica do critério “Qualidade” é do tipo “quanto mais melhor” e que a métrica do critério “Incumprimento” é do tipo “quanto menos melhor”.

Os valores intermédios 0,88 no caso da “Qualidade” e 2,3 no caso do “Incumprimento” fizeram-se corresponder ao valor 3 na escala de mérito e os valores intermédios 0,96 no caso da “Qualidade” e 0,8 no caso do “Incumprimento” fizeram-se corresponder ao valor 7 na escala de mérito. Posteriormente, encontrou-se a função polinomial de 3º grau de melhor ajustamento a cada uma daquelas duas relações métrica-mérito. O andamento destas curvas traduz a convicção de que o mérito (ou esforço necessário para melhorar) não evoluirá linearmente com a melhoria da métrica mas, antes, exigirá incrementos variáveis de esforço em fases diferentes da melhoria, logo, premiado com mérito se bem-sucedido [3].

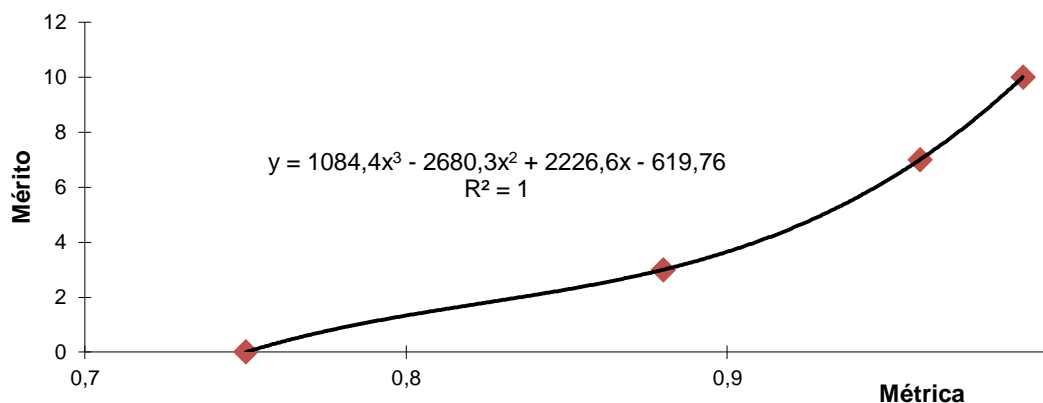


Figura 4 – Relação métricas-mérito do critério “Qualidade”

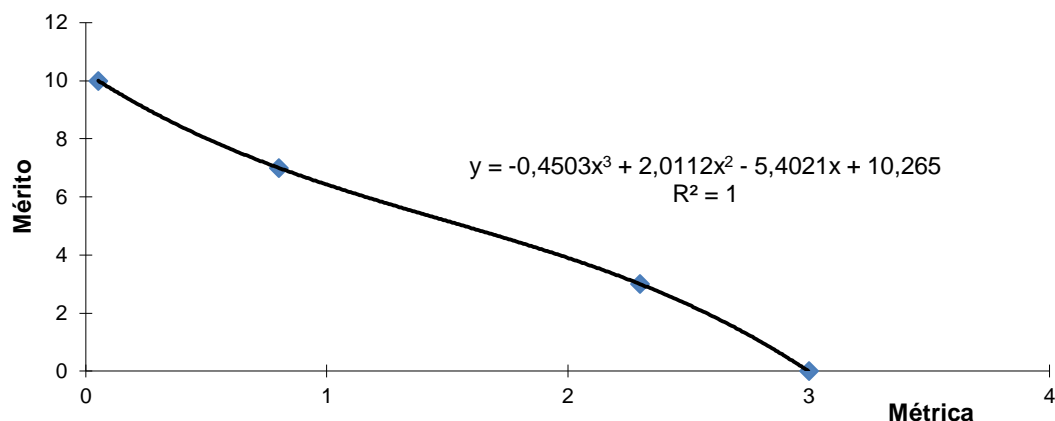


Figura 5 – Relação métricas-mérito do critério “Incumprimento”

As medições do mês passado encontram-se descritas no Quadro 10:

Quadro 10 – Medidas dos indicadores de desempenho

	Qualidade	Incumprimento dos prazos	Preços unitários (€/unidade)	Duração (dias)
Fornecedor 1	0,965	1,30	1,2	3
Fornecedor 2	0,990	0,95	0,8	5
Fornecedor 3	0,985	0,60	1,6	2

Quanto ao critério qualitativo (subjectivo) “Serviço”, a equipa comparou entre si os três fornecedores, tendo concluído pelo resultado que se vê no Quadro 11.

Quadro 11 – Comparação entre os fornecedores à luz do critério “Serviço”

	F1	F2	F3
F1	1	3	4
F2		1	2
F3			1

Pretende-se 1) testar a coerência da comparação entre pares dos critérios (2º nível), 2) calcular o mérito de cada um dos três fornecedores no mês que passou e 3) calcular o ranking relativo.

2.1 Resolução

Passo 1: Determinam-se os pesos dos critérios de 2º nível à luz dos quais o desempenho vai ser avaliado.

Completa-se o Quadro de comparação dois a dois com as classificações de preferência atribuídas pelo grupo (Quadro 1), com os valores inversos. Somam-se os valores de cada coluna e obtêm-se os Quadros 12 e 13.

Quadro 12

	Qualid.	Preço	Serviço	Prazo
Qualid.	1	2	4	3
Preço		1	3	3
Serviço			1	2
Prazo				1

Quadro 13

Qualid.	Preço	Serviço	Prazo
1	2	4	3
0,5	1	3	3
0,25	0,3333	1	2
0,3333	0,3333	0,5	1
2,0833	3,6666	8,5	9

Uma vez o Quadro 13 normalizado, obtém-se o Quadro 14. Calculam-se depois as médias aritméticas das várias linhas e obtém-se o Quadro 15 com os pesos dos vários critérios.

<i>Quadro 14</i>					<i>Quadro 15</i>
	Qualid.	Preço	Serviço	Prazo	Preferência
Qualid.	0,48	0,5454	0,4705	0,3333	0,4573
Preço	0,24	0,2727	0,3529	0,3333	0,2997
Serviço	0,12	0,0909	0,1176	0,2222	0,1377
Prazo	0,16	0,0909	0,0588	0,1111	0,1052
	1	1	1	1	1

Seguindo os passos descritos no ponto 1.5, calcula-se o rácio de coerência, resultando $RC = 0,04967$. Como o resultado é inferior a 0,1, conclui-se que existiu suficiente coerência na comparação entre pares.

Passo 2: Determinam-se os pesos dos critérios de 3º nível à luz dos quais o critério de 2º nível “Prazo” vai ser avaliado, procedendo de modo igual ao passo anterior (ver o Quadro 16).

<i>Quadro 16</i>							
	Duração	Incump.	Duração	Incump.	Duração	Incump.	Prefer.
Dur.	1		1	0,3333	0,25	0,25	0,25
Inc.	3	1	3	1	0,75	0,75	0,75
			4	1,3333	1	1	1

Passo 3: Determinam-se os méritos de cada um dos fornecedores à luz do critério “Serviço”, procedendo de modo igual aos dois passos anteriores (ver o Quadro 17).

<i>Quadro 17</i>											
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	Prefer.	
F1	1	3	4	1	3	4	0,6315	0,6666	0,5714	0,6232	
F2		1	2	0,3333	1	2	0,2105	0,2222	0,2857	0,2395	
F3			1	0,25	0,5	1	0,1578	0,1111	0,1428	0,1373	
				1,5833	4,5	7	1	1	1	1	

Passo 4: Transformam-se as métricas recolhidas no fim do período de controlo numa escala de mérito

As curvas de transformação “métricas-mérito” dos critérios “Qualidade” e “Incumprimento dos prazos” foram negociadas e acordadas com os fornecedores e encontram-se traduzidas sob a forma tabular no Quadro 9 e sob a forma gráfica nas Figuras 4 e 5. Este procedimento constitui uma forma de influenciar comportamentos.

Calculam-se os valores do mérito correspondentes a estes critérios substituindo os valores das métricas nas Expressões polinomiais de 3º grau descritas nas Figuras 4 e 5. Por exemplo, no caso de F1 para o critério “Qualidade” obtém-se: $y = 1.084,4 \times 0,965^3 - 2.680,3 \times 0,965^2 + 2.226,6 \times 0,965 - 619,76 = 7,4036$.

Resolvendo para os três fornecedores à luz destes dois critérios obtém-se os valores de mérito descritos no Quadro 18.

<i>Quadro 18</i>				
	Métrica Qualidade	Métrica Incumprimento	Mérito Qualidade	Mérito Incumprimento
Fornecedor 1	0,965	1,30	7,4036	5,6518
Fornecedor 2	0,990	0,95	9,7819	6,5621
Fornecedor 3	0,985	0,60	9,2555	7,6506

Quanto às restantes métricas, atribuímos 5 ao fornecedor com pior métrica, 10 ao fornecedor com melhor métrica e um valor obtido por interpolação linear ao terceiro fornecedor. Por exemplo, no caso do “Preço”: F2 com 0,8 € recebe a pontuação de 10 e F3 com 1,6 € recebe a pontuação de 5. A função linear que se ajusta a estes valores é $y = 15 - 6,25.x$. Logo, F2, que apresenta o preço de 1,2 € ($x = 1,2$), recebe a pontuação de $y = 15 - 6,25 \times 1,2 = 7,5$.

Quadro 18

		F1	F2	F3
Métricas do período:	Preços unitários:	1,2	0,8	1,6
	Duração:	3	5	2
Mérito do período:	Preços unitários:	7,5	10	5
	Duração:	8,33	5	10

Passo 5: Determina-se o mérito global de cada um dos fornecedores durante o período de controlo

Introduzem-se os pesos, as métricas conseguidas no período de controlo e os correspondentes valores de mérito na estrutura de avaliação (quadro de referência).

Calcula-se o mérito global de cada fornecedor de modo ascendente ao longo da estrutura através da soma dos produtos dos diferentes méritos pelos correspondentes pesos (importâncias ou preferências). No caso, por exemplo, do fornecedor F1, ter-se-á:

$$7,4036 \times 0,4573 + 7,50 \times 0,2998 + 10 \times 0,1377 + (8,33 \times 0,25 + 5,6518 \times 0,75) \times 0,1052 = 7,6762$$

Ver a Figura 6 com todos os resultados.

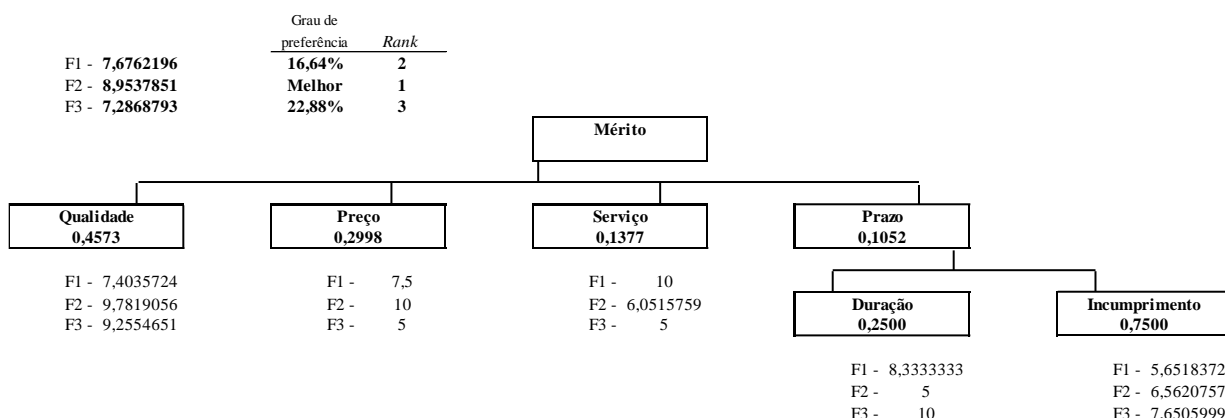


Figura 6 – Estrutura hierárquica de critérios mostrando os méritos parciais e globais conseguidos pelos três fornecedores no último período de controlo à luz daqueles vários critérios

Conforme se pode constatar acima, numa escala de 0 a 10, o fornecedor F2 foi o melhor neste período de controlo com um mérito de 8,95, seguido do F3 com 7,29 e, logo de muito perto, pelo F1 com 7,68. O F2 foi melhor do que o F3 em $(8,95 - 7,29) / 7,29 \times 100 = 22,88\%$ e foi melhor do que F1 em $(8,95 - 7,68) / 7,68 \times 100 = 16,64\%$.

Estes resultados devem ser disponibilizados aos três fornecedores.

3. Conclusões

A combinação do método hierárquico multicritério MHM [1][2] com o método de conversão métrica-mérito [3] permite construir um referencial de avaliação contínua do desempenho de

qualquer objecto de controlo (fornecedores de artigos no caso deste artigo) numa escala facilmente entendível entre 0 e 10. Este referencial é constituído por uma hierarquia com vários níveis de objectivos alinhados permanentemente com os objectivos estratégicos de qualquer Organização. Estes objectivos podem ser ponderados de acordo com as especificidades do objecto de controlo e podem ter em conta a opinião de uma ou mais pessoas. A possibilidade de modelação das curvas de transformação das métricas em mérito cria, por outro lado, uma forma de maior comprometimento e motivação das pessoas envolvidas na prossecução dos objectivos quer quantitativos quer qualitativos (sabe-se onde se está e para onde se deve ir).

Os vários métodos de avaliação de fornecedores descritos em documentos de trabalho ou em artigos na internet permitiram firmar a convicção do autor de que o método aqui descrito é superior no respeitante à lógica empregue e ao espírito de competição que pode despertar nos fornecedores, permanentemente informados sobre o julgamento que os seus clientes fazem deles e dos seus concorrentes e, conseqüentemente, orientando as medidas de melhoria que julguem em cada momento as mais adequadas.

O método aqui descrito permite ainda que a Organização cliente mantenha um quadro de referência dos seus fornecedores bastante objectivo, o qual lhe permitirá apoiar e justificar de forma clara e objectiva, decisões de alteração de volumes a contratar entre vários fornecedores alternativos ou, mesmo, decisões de suspensão de contratos.

A estrutura hierárquica usada no caso fictício descrito no ponto 2 foi desenhada propositadamente simples para fácil entendimento. Em muitos casos reais, as estruturas poderão conter mais critérios e alguns destes talvez tenham de ser desdobrados a um 3º e talvez mesmo a um 4º nível, de modo a ter em conta tudo o que a Organização cliente considera ser importante. Quer a composição da estrutura de critérios, quer os pesos dos vários critérios e subcritérios, poderão assim variar ao longo do tempo, reflectindo em cada momento as fontes de preocupação e o grau de importância que a Organização cliente entende atribuir a cada critério em função dos seus objectivos estratégicos.

Um desenvolvimento futuro seguido pelo autor consiste em aplicar a lógica difusa (*fuzzy systems*) em situações, nas quais as avaliações originadas em grupos constituídos por várias pessoas participantes em processos de avaliação entre pares de critérios sejam bastante díspares.

Referências bibliográficas

- [1] SAATY, Thomas L., *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications: Pittsburgh, PA, 1990
- [2] SAATY, Thomas L., *Decision Making for Leaders*, AHP Series, 1996
- [3] SINK, Scott, *By What Method?: Leading Large-Scale Quality and Productivity Improvement Efforts*, Institute of Industrial Engineers, 1992