

AVALIAÇÃO DAS SOLUÇÕES

1. Introdução

Este texto apresenta algumas considerações sobre o processo de avaliação de soluções, que é uma das etapas do procedimento de projeto de engenharia.

De início convém mencionar que, como a maioria das atividades do projeto, também a avaliação das soluções não tem uma regra simples de aplicação.

Se houvesse um único critério de julgamento, a escolha seria fácil na medida que somos capazes de estabelecer a preferência de uma solução em relação às demais.

Porém, na maioria dos projetos de engenharia devemos empregar diversos critérios para avaliação das soluções propostas. Nesta situação, a decisão sobre a alternativa a ser escolhida torna-se difícil, a não ser que uma solução seja melhor que as demais de acordo com todos os critérios. Mas nem sempre isto ocorre.

Por exemplo, consideremos que em um determinado projeto tenhamos 3 alternativas e que estamos considerando 4 critérios de projeto.

Como um primeiro passo, podemos estabelecer uma ordem de preferência entre as soluções segundo cada um dos critérios. Admita-se que ao efetuar a nossa avaliação relativa, tenhamos concluído que a alternativa A é superior às outras segundo os critérios 1 e 2, enquanto as alternativas B e C são, respectivamente, as melhores de acordo com os critérios 3 e 4.

Será que podemos, então, selecionar a alternativa A como a melhor, porque ela leva vantagem em relação às demais em 2 critérios, e detalhar o projeto a partir dela? Será que não estamos fazendo uma escolha precipitada?

Afinal de contas, pode ser que a alternativa A seja apenas ligeiramente melhor que as alternativas B e C segundo os critérios 1 e 2, e muito pior que elas de acordo com os outros critérios. Percebe-se assim que a escolha não é tão fácil.

Certamente teríamos uma melhor condição de decisão se pudéssemos quantificar a nossa preferência em relação às alternativas para cada critério de avaliação.

Mas existe um outro ponto a ser considerado. Será que todos os critérios têm a mesma importância? Ou será que um deles é preponderante? Quando um critério é predominante pode-se selecionar a alternativa que é melhor segundo este critério desde que ela seja meramente aceitável de acordo com os demais.

Os comentários acima conduzem a examinar um procedimento de avaliação que, ao levar em consideração um projeto com múltiplos critérios a serem satisfeitos, atribua pesos aos critérios, segundo a sua importância relativa, e notas às soluções para cada um dos critérios.

2. Matriz de Decisão

Uma forma relativamente simples de implementar o procedimento acima esboçado é o que se chama de Matriz de Decisão. Consiste em selecionar a melhor alternativa pela determinação da maior média ponderada das notas.

Assim, colocamos em uma tabela, de um lado, as soluções propostas, por exemplo ao longo da primeira linha. Na primeira coluna listamos os critérios de avaliação. Pode-se reservar a 2ª. coluna para atribuir os pesos atribuídos aos critérios. Os demais espaços da tabela são utilizados para a atribuição de notas a cada uma das alternativas segundo os critérios adotados.

Embora se trate de um procedimento aparentemente simples e objetivo, deve-se atentar para o fato que atribuir uma lista de pesos para os critérios envolvidos em um projeto de engenharia não é uma tarefa fácil e implica, via de regra uma avaliação subjetiva. Caberia, nestas circunstâncias, saber do cliente o que é mais importante para ele. Os pesos assumidos para os critérios deveriam refletir esta posição e não simplesmente a opinião do engenheiro.

Por outro lado, a atribuição de notas às soluções para cada critério exige um conhecimento relativamente preciso do problema que normalmente só é possível para um especialista.

De qualquer forma, considerando as limitações expostas, a matriz de decisão pode ser empregada para ter uma primeira avaliação das soluções.

3. Aperfeiçoamento da Matriz de Decisão

Há uma série de propostas para refinamento da idéia da matriz de decisão. Uma delas foi usada pelo Prof. Jardini e é descrita a seguir.

Este procedimento pressupõe uma comparação entre os critérios dois a dois.

Partindo de avaliações qualitativas procede-se a uma quantificação desta preferência.

A tabela abaixo estabelece uma relação entre o nível de importância de um critério (extremamente mais importante, muito mais, mais, moderadamente mais, igualmente) em relação a um outro e notas a serem trabalhadas na atribuição dos pesos relativos aos critérios.

Tabela 1 Comparação entre Critérios

Preferência relativa de importância	Nota relativa
extremamente mais importante	9,8
muito mais importante	7,6
Mais importante	5,4
moderadamente mais importante	3,2
Igualmente importante	1

A partir desta primeira tabela constrói-se uma outra em que são listados todos os critérios e onde a comparação é feita entre todos eles, dois a dois.

Apresenta-se, em arquivo anexo, o exemplo desenvolvido pelo Prof. Jardini.

Antes de nos referirmos ao exemplo, deve-se mencionar que para a atribuição de notas às diversas alternativas segundo um dado critério pode-se aplicar o mesmo procedimento descrito para hierarquizar os critérios. Isto é, precisamos qualificar quanto uma dada solução é preferida em relação a uma outra e depois estabelecer uma correspondência com um índice quantitativo. A tabela abaixo ilustra a correspondência entre uma hierarquização qualitativa e índices quantitativos.

Tabela 2 Comparação entre Soluções

Qualificação da preferência	Índice quantitativo
extremamente acentuada	9; 8
muito acentuada	7; 6
acentuada	5; 4
moderada	3; 2
indiferente	1

4. Exemplo

Em um projeto de redução do consumo de energia elétrica são comparadas três alternativas para iluminação, como mostradas abaixo.

a) Características das Soluções

	Vapor de mercúrio	Vapor de sódio	incandescente
Potência (W)	125	70	250
Durabilidade (h)	12.000	16.000	2.000
Custo (R\$)	220,00	260,00	5,00

b) Critérios de decisão

Foram estabelecidos os seguintes critérios de decisão

- Custo total
- Meio Ambiente
- Conforto visual
- Tempo da troca

c) Aplicação do Procedimento de Avaliação (ver tabela EXCEL do arquivo anexo)

c1) Ponderação dos critérios

- Construir a tabela para comparação dos critérios, listando os critérios tanto nas linhas como nas colunas.
- Comparar os critério das linhas com os das colunas. Assim, por exemplo, como visto na Tabela, Custo é considerado moderadamente mais importante que Meio Ambiente; portanto na célula (1,2) colocamos a nota "2" e, por conseqüência, na célula simétrica (2,1) colocamos " $\frac{1}{2}=0,5$ ".
Outro exemplo: "Visual" é mais importante que "Meio Ambiente; portanto na célula (3,2) coloca-se 5 e na célula (2,3) => $1/5=0,2$.
Desta forma, compara-se o critério que aparece em cada linha com cada um que aparece nas colunas. Na diagonal tem-se tudo igual a 1.

iii)Procede-se a soma dos índices quantitativos de cada coluna.

iv) Efetua-se a normalização, dividindo cada termo de uma coluna pela soma da coluna).
Resulta a tabela a direita na planilha indicada por normalizada (em azul)

- v) Calcula-se a média dos valores das linhas, obtendo como resultado os pesos de cada critério (custo: 0,095746,;troca: 0,6267, etc.)

C2) Avaliação das soluções

i) Agora, para cada critério, efetua-se a comparação das alternativas de solução (lâmpada de sódio, mercúrio e incandescente).

Por exemplo, segundo o critério “Custo”, a lâmpada incandescente é a melhor alternativa, sendo moderadamente preferida em relação à de vapor de mercúrio e acentuadamente em relação à de vapor de sódio.

ii) Depois, procede-se a normalização das notas, de acordo com o mesmo procedimento empregado na normalização dos critérios, gerando uma nova tabela, à direita da inicial. Verifica-se que a lâmpada incandescente tem um índice quantitativo 0,66507 bem superior aos das demais alternativas, segundo o critério “Custo”.

- iii) Repete-se o procedimento para os demais critérios: meio ambiente, aspecto visual e troca.

C3) Ordenação das alternativas

Uma vez estabelecida a hierarquização dos critérios e efetuada a avaliação das soluções segundo cada critério, efetua-se a ordenação das alternativas.

Para isto constrói-se uma última tabela. Notar que na primeira coluna aparecem as soluções e que para cada critério são utilizadas duas colunas: a primeira é o transporte da última coluna da tabela 2 “custo”; e a segunda é o peso do critério tirado da tabela de “valorização”

Assim, pode-se calcular a nota ponderada de cada alternativa. Por exemplo, para o caso da lâmpada de sódio, obtém-se:

$$\text{Nota ponderada} = B46 * C46 + D46 * E46 + F46 * G46 + H46 * I46$$

Como resultado de aplicação do procedimento, verifica-se que a alternativa escolhida é a utilização de Vapor de Sódio.

Um outro método de seleção é o AHP, proposto por Saaty

7.3.1 – Método AHP

O AHP é um método de análise multicriterial que permite incluir todos os fatores importantes, tangíveis ou intangíveis, que podem ser expressos qualitativa ou quantitativamente (SAATY, 1980). Segundo Garber (2002), o AHP é um sistema para análise e síntese de problemas complexos que permite justificar as decisões de um problema de forma isolada. O tomador de decisão julga a importância de cada critério em uma seqüência de comparações entre pares de critério. O mesmo procedimento ele aplica

para julgar o mérito de cada solução sob um dado critério. Além disso, o AHP permite que a experiência da pessoa (projetista) ou do avaliador seja aplicada, pois, ela é tão valiosa quanto os dados numéricos disponíveis, num processo de tomada de decisão (ALMEIDA, 2002). O método AHP consiste em quatro etapas básicas (GARBER, 2002):

- estruturação do problema com a especificação dos objetivos, a definição dos critérios que serão utilizados na avaliação e a identificação das alternativas oferecidas como solução;
- determinação de preferências através de comparações paritárias, ou seja, comparações entre cada par de fatores de decisão, subdividido em objetivos, critérios e alternativas;
- síntese e determinação de prioridade relativa ou peso de cada elemento de decisão, em um dado nível, usando o método de consolidação dos valores atribuídos aos fatores;
- agregação das prioridades relativas para a escolha final.

O método fundamenta-se na comparação dos elementos dois a dois. A partir da construção de uma matriz quadrada avalia-se a importância de um elemento (critério ou alternativa) em relação a outro, estabelecendo, pois, uma hierarquia. Os termos desta matriz (a_{ij}) explicitam quanto um elemento (i) é preferível em relação ao outro (j). Os valores adotados na matriz estão mostrados na Tabela 7.2, em função da importância relativa dos termos em comparação. Os valores apresentados nesta tabela foram extraídos dos trabalhos de (GARBER, 2002; JASEN *et al.*, 2004; PAMPLONA, 1999).

Valores	Descrição	Explicação
1	Igualmente preferível ou equivalente	Os dois elementos (critérios de alternativas) contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente um elemento em relação ao outro.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um elemento em relação ao outro.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Um elemento é muito fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma maior diferenciação entre os critérios ou alternativas .

Recíprocos dos valores acima	Se a alternativa i recebe uma das designações acima quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma indicação de consistência.
Racionais	Razões da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter n valores numéricos para completar a matriz

A matriz de comparação, construída para definir as preferências entre os elementos do processo de avaliação, é portanto uma matriz quadrada, cujas características estão mostradas (ALMEIDA, 2002) na Figura 7.5.

A =	1	a_{12}	. . .	a_{1n}
	$1/a_{12}$	1	. . .	a_{2n}

	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$. . .	1

Figura 7. 1 – Matriz de comparação

Os termos da matriz de comparação devem atender as seguintes condições:

$A_{ij} > 0$ (todos os elementos positivos);

$A_{ij} = 1$ (todos os elementos da diagonal principal são iguais a 1, comparação entre iguais);

$$A_{ij} = \frac{1}{A_{ji}} \text{ (consistência na comparação).}$$

Observa-se que a intensidade dessas preferências deve satisfazer a condição de reciprocidade, como expressa pela última relação acima: se **A** é x vezes preferível que **B**, então **B** é 1/x vezes preferível que **A**.

Cabe ressaltar que quando se trabalha com valores determinísticos, o estabelecimento de uma hierarquia em função da comparação dos atributos de cada alternativa de solução, é realizada maximizando ou minimizando os valores, por um processo de normalização. O processo de normalização é realizado através da divisão de cada elemento pelo somatório dos elementos de cada coluna da matriz.

Além disso, para efetuar uma comparação mais coerente, emprega-se o conceito de consistência e inconsistência. Almeida (2002) explica que este conceito baseia-se na idéia

de que, quando se tem uma quantidade básica de dados, todos os outros podem ser deduzidos logicamente a partir dele. Quando são realizadas as comparações entre os elementos, por exemplo, se a alternativa A1 é 3 vezes mais preferível que A2 e, A1 é 6 vezes mais preferível que A3, pode ser deduzida uma relação de dominância entre essas comparações. Se esta relação for diferente de 2, em função das opiniões expressas pelos avaliadores, significa que existe uma inconsistência na matriz. Esta inconsistência ocorre geralmente em problemas práticos, devido à subjetividade dos julgamentos, independente da quantidade de pessoas envolvidas no processo de avaliação.

7.7 – Aplicação do Método AHP

Nas seções anteriores estudaram-se as particularidades de cada instalação propulsora em relação aos aspectos econômicos, ambientais e segurança. Nesta seção busca-se escolher a melhor instalação para o empurrador fluvial através do uso da metodologia AHP. Os dados analisados anteriormente servem de base para a estruturação deste método.

O primeiro passo para aplicação deste método é definir o problema e o objetivo. Neste caso, o problema é, qual a melhor alternativa de instalação propulsora para o empurrador que transportará álcool e derivados de petróleo pela hidrovia Tietê-Paraná? O objetivo é identificar esta instalação. As alternativas disponíveis são as instalações Diesel, diesel-elétrica, convencional e com Azipod. Os critérios de avaliação são: custo operacional do comboio, impacto ambiental e segurança. Para o caso em questão, consideram-se, inicialmente, para definição da matriz de decisão os dados referentes à rota 1 definidos nas seções anteriores para estruturação do método AHP.

O problema estruturado pelo método AHP está mostrado na Figura 7.2.

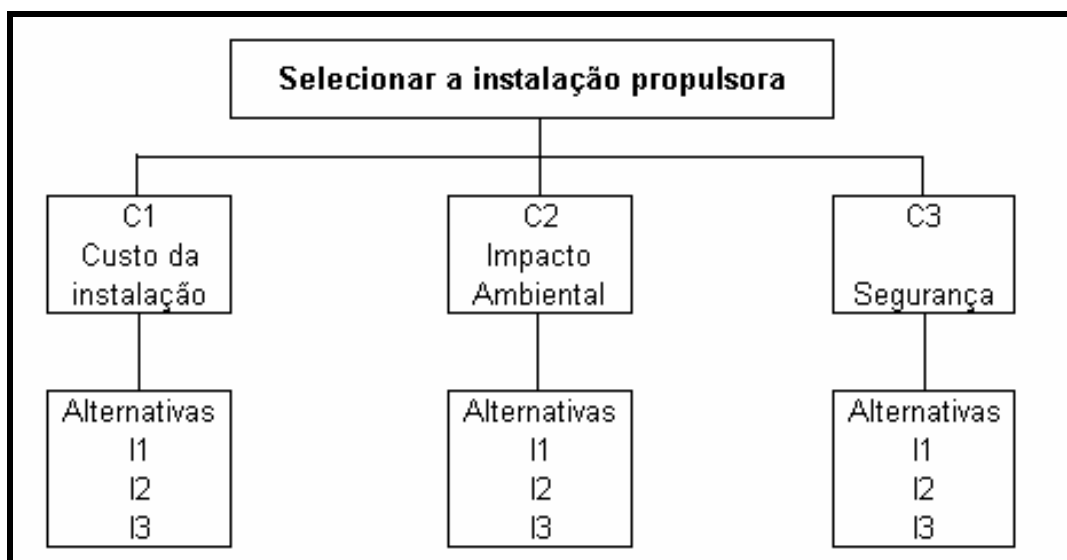


Figura 7. 2 – Problema estruturado conforme método AHP

7.7.1 – Ordenação dos critérios

Após a estruturação do problema, monta-se a matriz de preferência entre os critérios, conforme modelo apresentado na Tabela 7.2. Para montagem da matriz de preferência de critérios considera-se o ponto de vista de todos os agentes envolvidos no problema; armador, órgãos que regulamentam o transporte, a população ribeirinha e a sociedade como um todo. Assim, a ordem de preferência é, pela ordem: custo operacional, impacto ambiental e segurança. Esta ordenação reflete, em primeiro lugar, a prática usual de valorizar fortemente o aspecto econômico, mas procura incorporar na decisão outros aspectos que o autor considera muito importante. A ordem de preferência especificada resultou na matriz apresentada na Tabela 7.10.

Tabela 7. 1 – Matriz de comparações

Crítérios	C1	C2	C3
C1-Custo operacional do comboio	1	7	7
C2 - Impacto ambiental	1/7	1	1
C3 - Segurança	1/7	1/1	1
Totais	1,29	9	9

As preferências atribuídas na Tabela 7.9, mostram que em relação ao custo operacional do comboio, C1 é 7 vezes preferível que C2 e C3, devido o menor custo operacional. No que tange ao impacto ambiental, C2 e C3 são igualmente preferíveis, pois as duas instalações emitem a mesma quantidade de poluentes. Assim, para normalizar a

matriz divide-se cada elemento pelo total de sua respectiva coluna obtendo-se a Tabela 7.11.

Tabela 7. 2 – Matriz com valores normalizados

Crítérios	C1	C2	C3	Média dos critérios ou pesos
C1 - Custo operacional do comboio	0,778	0,778	0,778	0,778
C2 - Impacto ambiental	0,111	0,111	0,111	0,111
C3 - Segurança	0,111	0,111	0,111	0,111

7.7.2 – Avaliação das alternativas

O passo seguinte é comparar as instalações propulsoras em relação às suas características. O procedimento é o mesmo realizado anteriormente, substituindo a montagem da matriz de preferência de critérios pela montagem das matrizes de preferências das alternativas para cada um dos critérios.,

A) Custo operacional do comboio

A matriz de comparação do custo operacional do comboio está apresentada na Tabela 7.13.

Tabela 7. 3 - Matriz de comparação do custo operacional do comboio

CUSTO OPERACIONAL DO COMBOIO			
Alternativas	I1	I2	I3
I1	1	5	5
I2	1/5	1	2
I3	1/5	1	1
Totais	1,4	6,5	8

Em relação aos julgamentos apresentados na matriz acima, considerou-se que I1 é 5 vezes preferível em relação a I2 e I3, pois I2 e I3 apresentam custos operacionais maiores que a instalação Diesel. Admite-se que I2 é 2 vezes mais preferível que I3, pois os custos operacionais destas instalações apresentam uma pequena diferença.

Definida a matriz de comparação, normalizam-se os valores da matriz, conforme mostrados na Tabela 7.14.

Tabela 7. 4 – Matriz de comparações do custo operacional do comboio

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos
I1	0,714	0,769	0,625	0,703
I2	0,143	0,154	0,250	0,182
I3	0,143	0,077	0,125	0,115

A Tabela 7.15 apresenta a matriz de consistência.

Tabela 7. 5 – Análise da consistência das comparações

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos	Consistência
I1	1	5	5	0,703	2,189
I2	0,2	1	2	0,182	0,553
I3	0,2	0,5	1	0,115	0,347
Total					3,088

B) Impacto Ambiental

A matriz de comparação do impacto ambiental está apresentada na Tabela 7.16.

Tabela 7. 6 - Matriz de comparação do impacto ambiental

IMPACTO AMBIENTAL			
Alternativas	I1	I2	I3
I1	1	2	2
I2	1/2	1	1
I3	1/2	1	1
Totais	2	4	4

Manifestaram-se os julgamentos sobre o impacto ambiental, considerando que I1 é 2 vezes preferível em relação a I2 e I3, pois I2 e I3 emitem gases igualmente maior quantidade de gases em relação a I1. Considera-se que I2 e I3 apresentam emissões equivalentes,

portanto, atribuiu-se o valor 1. Definida a matriz de comparação, normalizam-se os valores da matriz, conforme mostrados na Tabela 7.17.

Tabela 7. 7 – Matriz de comparações do impacto ambiental normalizada

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos
I1	0,500	0,500	0,500	0,500
I2	0,250	0,250	0,250	0,250
I3	0,250	0,250	0,250	0,250

A Tabela 7.18 apresenta a matriz de consistência.

Tabela 7. 8 – Análise da consistência das comparações

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos	Consistência
I1	1	2	2	0,500	1,500
I2	0,50	1	1	0,250	0,750
I3	0,50	1	1	0,250	0,750
Total					3

C) Segurança

A matriz de comparação da segurança está apresentada na Tabela 7.19.

Tabela 7. 9 - Matriz de comparação da segurança

SEGURANÇA			
Alternativas	I1	I2	I3
I1	1	3	5
I2	1/3	1	3
I3	1/5	1/3	1
Totais	1,50	4	9

Em relação à segurança, considera-se que I1 é 1/5 (0,2) vezes preferível em relação a I2 e, I1 é 1/7 (0,143) em relação a I3. Os dados apresentados na seção 7.6 definiram a

matriz de comparação de segurança, uma vez que as instalações elétricas apresentam maiores vantagens em relação à instalação Diesel.

A matriz de comparações normalizada está apresentada na Tabela 7.20.

Tabela 7. 10 – Matriz de segurança normalizada

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos
I1	0,077	0,048	0,097	0,074
I2	0,385	0,238	0,226	0,283
I3	0,538	0,714	0,677	0,643

A Tabela 7.21 apresenta a matriz de consistência.

Tabela 7. 11 – Análise da consistência das comparações

Alternativas	I1	I2	I3	Média dos critérios ou pesos	Consistência
I1	1	0,2	0,143	0,074	0,222
I2	5	1	0,33	0,283	0,866
I3	7	3	1	0,643	2,008
Total					3,097

7.7.3 – Classificação da decisão

Após a hierarquização dos critérios, agrupam-se estes dados na matriz de decisão, conforme apresentado na Tabela 7.22.

Tabela 7. 12 –Matriz de decisão

Critérios	C1	C2	C3
Alternativas			
I1	0,703	0,500	0,074
I2	0,182	0,250	0,283
I3	0,115	0,250	0,643

Para determinar a melhor opção, basta multiplicar cada critério de decisão pelos pesos determinados na Tabela 7.11, conforme mostrado na Tabela 7.23.

Tabela 7. 13 – Classificação das alternativas pelo critério subjetivo

Critérios	C1	C2	C3	X	pesos	=	Classificação
Alternativas							
I1	0,748	0,633	0,074		0,778		61,04%
I2	0,180	0,260	0,283		0,111		20,09%
I3	0,071	0,106	0,643		0,111		18,87%

Observa-se que segundo os critérios considerados, inicialmente, a instalação indicada é a Diesel, pois apresentou maior valor na classificação, sendo que a diesel-elétrica ficou em 2º lugar e em 3º a instalação Azipod. Até o momento, não foram incorporados os dados quantitativos relacionados a estas instalações, como o valor de frete. Partindo do princípio que, para o armador, o aspecto econômico tem um grande peso na escolha da instalação este parâmetro é analisado a seguir.

O AHP tem como um dos objetivos representar os modelos de modo mais realista incluindo todas as medidas importantes tangíveis ou intangíveis, fatores quantitativamente mensuráveis ou qualitativos (SAATY, 1980). Segundo Garber (2002), o AHP é um sistema para análise e síntese de problemas complexos que permite justificar as decisões de um problema de forma isolada. Cada elemento é comparado e analisado com outro, sempre segundo um dos critérios. Além disso, ele permite que experiência da pessoa ou do avaliador seja aplicada com o máximo de aproximação do que deverá ser a resposta ótima.

Esta metodologia consiste em quatro etapas básicas que se seguem:

- desenvolvimento dos níveis de hierarquia de decisão dos elementos inter-relacionados e a estruturação do problema determinando o objetivo e os critérios que servirão de base e as possíveis opções de solução;
- determinação de preferências através de comparações paritárias, ou seja, comparações de cada par de fatores de decisão subdivido em objetivos, critérios e alternativas;

- síntese e determinação de prioridade relativa ou peso de cada elemento de decisão em um dado nível usando o método de consolidação dos valores atribuídos aos fatores;
- agregação das prioridades relativas para a escolha final;

Cabe ressaltar que, quando se trabalha com valores determinísticos, o estabelecimento de uma hierarquia em função da comparação dos atributos de cada opção de solução é realizada maximizando ou minimizando os valores, por um processo de normalização. Além disso, para minimizar os erros entre as comparações, devido uma comparação menos coerente, produz-se um índice de consistência - IC dessas comparações. Em seguida as consistências são testadas através de uma grandeza definida como razão de consistência - RC. Caso o RC fique acima do limite estabelecido deve-se voltar na matriz e ajustar as opções.

Para aplicação desta metodologia é necessário estabelecer uma hierarquia de valores e uma matriz de comparações, em função das opções apresentadas e seus graus de importância. Os valores utilizados na matriz estão mostrados na Tabela 7.2.

Tabela 7. 14 - Valores de preferência

Valores	Descrição	Explicação
1	Igualmente preferível	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8 Recíprocos dos valores acima	Valores intermediários. Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i	Quando se procura uma solução de compromisso entre duas definições.
Racionais	Razões da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter n valores numéricos para completar a matriz

Fontes (Garber, 2002; Jasen *et al.*, 2004; Pamplona, 1999)

Em função dos dados apresentados acima, o tomador de decisão deve ser capaz de fazer comparações e manifestar a força de suas preferências. A intensidade dessas preferências deve satisfazer a condição de reciprocidade: **A** é x vezes mais preferível que **B**, então **B** é $1/x$ vezes mais preferível que **A**. Assim, na matriz de decisão, por exemplo, pode-se considerar uma análise em que englobam-se os seguintes critérios: custo, meio ambiente e visual. O item “Custo” é considerado moderadamente mais importante que Meio Ambiente; portanto na célula (1,2) coloca-se a nota “2” e, por consequência, na célula simétrica (2,1) coloca-se “ $\frac{1}{2}=0,5$ ”. O item “Visual” é mais importante que “Meio Ambiente; portanto na célula (3,2) coloca-se 5 e na célula (2,3) $\Rightarrow 1/5=0,2$. Maiores informações sobre esta metodologia podem ser encontradas nos trabalhos de (GARBER, 2002; JASEN *et al.*, 2004; PAMPLONA, 1999; SAATY, 1980; e ALMEIDA, 2002).