

## ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DA ESCOLHA DE AERONAVE PARA OFFSHORE

**Daniel Ferreira Viotti**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)  
H8C 328, DCTA  
12228-462 São Jose dos Campos, SP, Brasil  
Bolsista PIBIC-CNPq  
[danielviotti@gmail.com](mailto:danielviotti@gmail.com)

**Donizeti de Andrade, PhD**

**José Corrêa de Sá, MEng**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)  
Divisão de Engenharia Aeronáutica (IEA)  
Praça Marechal do Ar Eduardo Gomes, no. 50  
Vila das Acácias  
12228-900 São Jose dos Campos, SP, Brasil  
[deandradedoni@gmail.com](mailto:deandradedoni@gmail.com)  
[correa\\_de\\_saa@hotmail.com](mailto:correa_de_saa@hotmail.com)

**Resumo.** O presente artigo tem o objetivo de estudar e implementar um algoritmo de otimização multicritério baseado no Método Analítico Hierárquico (AHP), para análise da escolha do helicóptero ótimo para utilização em operações de transporte logístico de pessoal técnico para/de plataformas em alto-mar, em particular no caso futuro da área de exploração petrolífera do Pré-Sal. O autor pretende demonstrar que, além de compreender a metodologia de otimização, quais as técnicas utilizadas para implementação numérica, o programa utilizado, qual a legislação aplicável, quais os procedimentos de segurança, entre outros, é capaz de implementar o algoritmo e analisar soluções, para desta forma garantir a total obtenção do conhecimento técnico inerente a este tipo de método de otimização logística. Tendo sempre em atenção, como foi demonstrado, que a aplicação por si só do processo não garante a solução ótima, só uma análise crítica dos resultados obtidos pode garantir. E nunca esquecendo que o procedimento serve como ferramenta de apoio à tomada de decisão, e não como justificação científica para a mesma.

Palavras chave: otimização, AHP, escolha, multicritério, helicóptero.

### 1. Introdução

O problema consiste na selecção de aeronave para operação de transporte de pessoal para/de estrutura "offshore". A descoberta de jazidas de petróleo na profundidade do Pre-Sal trouxe a necessidade de um estudo relativo ao transporte de pessoal de/e para alto-mar. Para escolha das aeronaves empresas como a Petrobrás utilizam o método de selecção, essencialmente, baseado na relação custo versus desempenho, não levando em consideração outros critérios como, por exemplo, segurança, conforto, idade da aeronave e volume de bagagem. Portanto é necessário utilizar um novo modelo de apoio à decisão que leva em consideração esses outros critérios. Entre os vários métodos multicritérios, o AHP surge como preferível, por já anteriormente ter sido utilizado pela empresa, e, portanto, será utilizado no estudo de escolha da aeronave.

### 2. O método AHP

O estudo da dissertação de mestrado (de Almeida, 2002) e de outras fontes bibliográficas (Almeida, 2008; Barças, 2006; da Silva, 2003) trouxe a compreensão do AHP e o entendimento de seu algoritmo para implementá-lo. O Método de Análise Hierárquica (Analytic Hierarchy Process - AHP) foi criado por Thomas. L. Saaty em meados da década de 70 com o intuito de promover a superação das limitações cognitivas daqueles que tomam uma decisão. Este procedimento é um exemplo de aplicação de Cognitive Engineering, uma área dentro da filosofia de System Thinking. Segundo este método, o problema de tomada de decisão pode ser decomposto em níveis hierárquicos, facilitando a sua compreensão e avaliação, de acordo com os limites cognitivos dos tomadores de decisão.

Para resolver um problema utilizando o método AHP tem-se que determinar o objetivo, definir os critérios (que são sempre limitados e baseados nos valores, crenças e convicções dos decisores) e as alternativas para sua solução. Em seguida, o problema é dividido em níveis hierárquicos para facilitar a compreensão e avaliação. Cada alternativa é, então, comparada com as outras segundo sua prioridade em relação aos critérios (comparação que no caso de critérios subjectivos é sempre limitada e baseada nos

valores, crenças e convicções dos decisores). A comparação é feita Utilizando a Escala Fundamental de Saaty abaixo:

Tabela 2.1. Escala Fundamental de Saaty

Intensidade	Definição	Exploração
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou o juízo favorece fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores intermédios	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Por meio das comparações são criadas as matrizes de decisão de cada critério. Faz-se também a comparação dos critérios segundo o objetivo para criar a matriz de decisão do objetivo. Para encontrar a melhor alternativa basta executar o algoritmo (por exemplo no Matlab) e inserir as matrizes de decisão quando requeridas. O resultado obtido do método depende dos julgamentos dos decisores nas comparações. O AHP é um procedimento com fundamentação estatística, por isso, e devido à subjectividade cognitiva inerente às avaliações, o número de avaliadores deverá ser (quantitativa e qualitativamente) representativo de toda a população envolvida, e deverá obedecer à Regra de Pareto.

### 3. Código implementado

O código do programa para a aplicação do AHP está descrito abaixo. Apesar de existir um programa criado por Saaty (SuperDecisions), optou-se por implementar no Matlab pela qualidade numérica deste e para aumentar o conhecimento do autor, que necessitou compreender o algoritmo e não somente a utilização de um programa. Além do programa principal AHP.m existem dois outros programas auxiliares: VetorPrioridade.m que calcula os vetores prioridades das matrizes de decisão e RazãoDeCons.m que calcula a razão de consistência. Para executá-lo basta chamá-lo no *Command Window* e seguir as instruções dadas. O programa resolve o problema de decisão para até dez critérios e dez alternativas.

```
%% Algoritmo para implementação do método AHP para decisões com multicritério

function AHP

% Entradas
critérios=input('Entre com o numero de criterios:');
alternativas=input('Entre com o numero de alternativas:');

% Tabela da razão de consistência
TabelaRC=[0 0 0.05 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1];

for i=1:1:critérios
    MatrizDecisao=input('Entre com a Matriz de Decisão:');
    while RazaoDeCons(MatrizDecisao)>=TabelaRC(alternativas)
        disp('Os dados possuem julgamentos inconsistentes');
        MatrizDecisao=input('Entre com outra Matriz de Decisão:');
    end
    MatrizPrioridade(:,i)=VetorPrioridade(MatrizDecisao);
end

MatrizObjetivo=input('Entre com a Matriz do Objetivo:');
while RazaoDeCons(MatrizDecisao)>=TabelaRC(critérios)
    disp('Os dados possuem julgamentos inconsistentes');
    MatrizObjetivo=input('Entre com a Matriz do Objetivo:');
end
VetorObjetivo=VetorPrioridade(MatrizObjetivo);

PrioridadeGlobal=MatrizPrioridade*VetorObjetivo;
```

```
[C,I]=max(PrioridadeGlobal);
```

```
disp('Alternativa:');  
disp(I);
```

```
% Vetor prioridade
```

```
% A função VetorPrioridade recebe como parametro de entrada a matriz  
% de decisão e retorna seu vetor prioridade  
function [VP]=VetorPrioridade(M);
```

```
n=size(M,1);
```

```
% Calculo dos autovalores e autovetores  
[V,D]=eig(M);
```

```
% Calculo do vetor prioridade  
soma=sum(V(:,1));  
for i=1:1:n  
    VP(i,:)=V(i,1)/soma;  
end
```

```
% Razão de Consistência
```

```
% A função RazaoDeCons recebe como parametro de entrada a matriz  
% de decisão e retorna sua razão de consistência  
function [RC]=RazaoDeCons(M)
```

```
% Tabela de índices aleatórios  
TabelaRI=[0 0 0.52 0.89 1.11 1.25 1.35 1.4 1.45 1.49];
```

```
d=eig(M);  
n=size(M,1);  
lmax=d(1,1);
```

```
% Calculo do Índice de Consistência  
IC=(lmax-n)/(n-1);
```

```
% Calculo da Razão de Consistência  
RC=IC/TabelaRI(n);
```

#### 4. Exemplos de entradas e saídas

Nesta seção serão mostrados alguns problemas de tomada de decisão resolvidos pelo algoritmo do AHP implementado em MatLab, para verificação e validação do mesmo.

##### 4.1 Exemplo 1

Objetivo:

Definição do esquadrão de caça a ser empregado em uma situação hipotética de conflito no cone sul (de Oliveira 2008)

Crítérios:

1. Localização
2. Missão
3. Tipo de aeronave

Alternativas:

4 possíveis esquadrões de caça espalhados ao longo do país denominados Esquadrão 1, 2, 3 e 4.

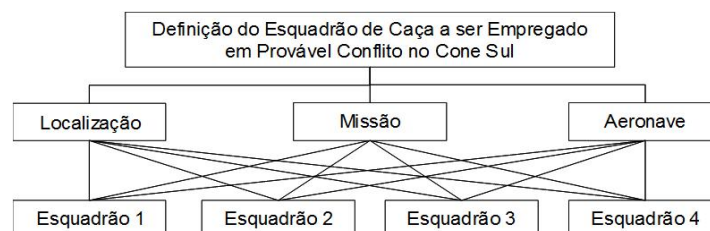


Figura 4.1.1. Estrutura hierárquica do exemplo 1

Avaliação das alternativas à luz da Localização

Tabela 4.1.1. Comparação dos esquadrões segundo a localização.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Esq1		X								Esq2
Esq1	X									Esq3
Esq1			X							Esq4
Esq2				X						Esq3
Esq2						X				Esq4
Esq3							X			Esq4

Matriz de decisão da localização:

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 & 5 \\ 1/7 & 1 & 3 & 1/3 \\ 1/9 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 1/5 & 3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da Missão:

Tabela 4.1.2. Comparação dos esquadrões segundo a missão.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Esq1				X	X					Esq2
Esq1				X						Esq3
Esq1						X				Esq4
Esq2				X						Esq3
Esq2						X				Esq4
Esq3							X			Esq4

Matriz de Decisão da Missão:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 1/3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 3 & 3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da Aeronave:

Tabela 4.1.3. Comparação dos esquadrões segundo a aeronave.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Esq1			X							Esq2
Esq1				X						Esq3
Esq1					X					Esq4
Esq2						X				Esq3
Esq2							X			Esq4
Esq3						X				Esq4

Matriz de Decisão da Aeronave:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1/5 \\ 1/3 & 3 & 1 & 1/3 \\ 1 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do Objetivo:

Tabela 4.1.4. Comparação dos esquadrões segundo o objetivo.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Loc			X							Mis

Loc				X						Aer
Miss				X						Aer

Matriz de Decisão do Objetivo:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Entrando com os dados no programa, temos:

```

>> AHP
Entre com o numero de criterios:3
Entre com o numero de alternativas:4
Entre com a Matriz de Decisão:[1 7 9 5; 1/7 1 3 1/3; 1/9 1/3 1 1/5; 1/5 3 5 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 2 3 1/3; 1/2 1 3 1/3; 1/3 1/3 1 1/5; 3 3 5 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 5 3 1; 1/5 1 1/3 1/5; 1/3 3 1 1/3; 1 5 3 1]
Entre com a Matriz do Objetivo:[1 5 3; 1/5 1 1/3; 1/3 3 1]
Alternativa:
1
>>
  
```

Figura 4.1.2. Resultado do exemplo 1

O Esquadrão 1 é o melhor esquadrão para cumprir o objetivo, de acordo com os critérios escolhidos e as avaliações feitas.

## 4.2. Exemplo 2

Objetivo:

Escolher um fornecedor de um determinado produto (Moreira 2008).

Crítérios:

1. Preço
2. Qualidade do produto
3. Entrega

Alternativas:

3 possíveis fornecedores denominados Fornecedor 1, 2 e 3.

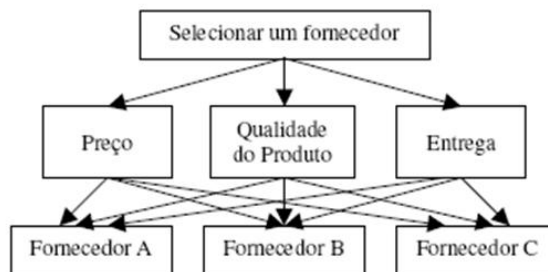


Figura 4.2.1. Estrutura hierárquica do exemplo 2

Avaliação das alternativas à luz do preço:

Tabela 4.2.1. Comparação dos fornecedores segundo o preço.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
For1					X					For2
For1					X					For3
For2					X					For4

Matriz de decisão do preço:

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da qualidade do produto:

Tabela 4.2.2. Comparação dos fornecedores segundo a qualidade do produto.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
For1								X		For2
For1							X			For3
For2				X						For4

Matriz de Decisão da qualidade do produto:

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 1/7 & 1/5 \\ 7 & 1 & 3 \\ 5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da entrega:

Tabela 4.2.3. Comparação dos fornecedores segundo a entrega.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
For1							X			For2
For1				X						For3
For2	X									For4

Matriz de Decisão da entrega:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 3 \\ 5 & 1 & 9 \\ 1/3 & 1/9 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do Objetivo:

Tabela 4.2.4. Comparação dos fornecedores segundo o objetivo.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Preço						X				Qual
Preço				X						Entr
Quali			X							Entr

Matriz de Decisão do Objetivo:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 3 \\ 3 & 1 & 5 \\ 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$$

Entrando com os dados no programa, temos:

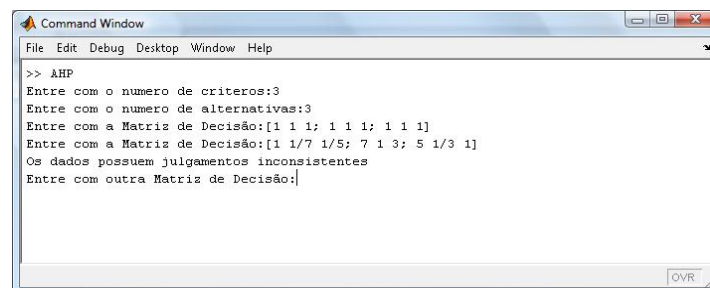


Figura 4.2.2. A matriz de decisão possui julgamentos inconsistentes

A matriz de decisão do critério Qualidade possui julgamentos inconsistentes. O decisor deve rever os julgamentos. Ele percebe que a qualidade do Fornecedor 2 é absolutamente melhor que a

qualidade do Fornecedor 1. Com isso, temos uma nova matriz de decisão das alternativas em relação ao critério qualidade:

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 1/9 & 1/5 \\ 9 & 1 & 3 \\ 5 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Inserindo a nova matriz no programa e continuando sua execução, obtemos o seguinte resultado:

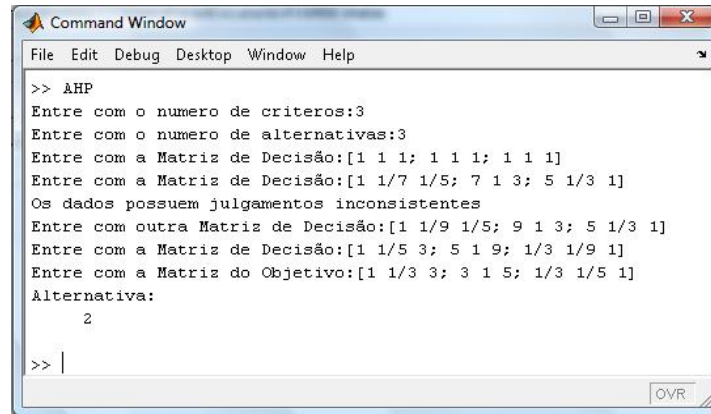


Figura 4.2.3. Resultado do exemplo 2

O Fornecedor 2 é o melhor fornecedor para cumprir o objetivo, de acordo com os critérios escolhidos e as avaliações feitas.

### 4.3. Comentários

Os resultados obtidos estão de acordo com os esperados, portanto o código implementado no Matlab pode ser considerado válido.

## 5 Escolha de um helicóptero

### 5.1. Exemplo 1

Objetivo:

Escolher uma aeronave para transporte de carga e/ou pessoas para plataforma offshore.

Critérios:

1. autonomia (devido à grande distância à costa);
2. capacidade de transporte de carga e/ou passageiros (devido ao custo operacional, relação entre custo de carga e/ou passageiro por km ou hora de voo);
3. custo de operação (inclui todos os custos de aquisição e operação);

Alternativas:

3 possíveis aeronaves denominados Helicóptero 1, 2 e 3.

Escolher uma aeronave para transporte de carga e/ou pessoas para  
plataforma *offshore*

Autonomia

Capacidade

Custo

Helicóptero 1

Helicóptero 2

Helicóptero 3

Figura 5.1.1. Estrutura hierárquica do exemplo 1

Avaliação das alternativas à luz da autonomia:

Tabela 5.1.1. Comparação das aeronaves segundo a autonomia.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1				X						Hel2
Hel1				X						Hel3
Hel2					X					Hel3

Matriz de decisão da autonomia:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da capacidade de transporte:

Tabela 5.1.2. Comparação das aeronaves segundo a capacidade de transporte.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1			X	X						Hel2
Hel1					X					Hel3
Hel2						X				Hel3

Matriz de Decisão da capacidade de transporte:

$$CT = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 1/4 & 1 & 1/3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do custo de operação:

Tabela 5.2.3. Comparação das aeronaves segundo o custo de operação.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1							X			Hel2
Hel1						X				Hel3
Hel2				X						Hel3

Matriz de Decisão do custo de operação:

$$CO = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do Objetivo:

Tabela 5.2.4. Comparação das aeronaves segundo o objetivo.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Auto					X					Capa
Auto							X			Cust
Capa							X			Cust

Matriz de Decisão do Objetivo:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 \\ 1 & 1 & 1/3 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Entrando com os dados no programa, temos:



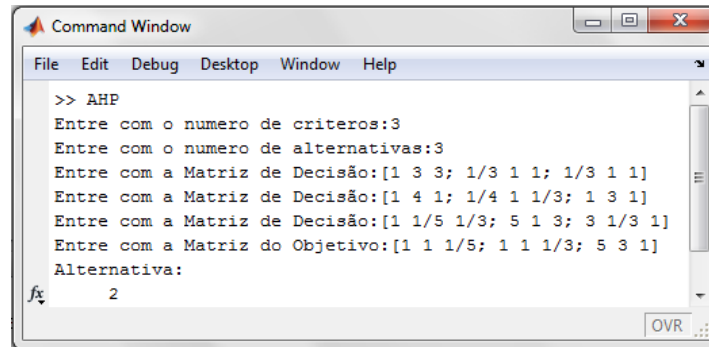


Figura 4. Resultado do exemplo 1

O Helicóptero 2 é a melhor aeronave para cumprir o objetivo, de acordo com os critérios escolhidos e as avaliações feitas.

## 5.2. Exemplo 2

Objetivo:

Escolher uma aeronave para transporte de carga e/ou pessoas para plataforma offshore.

Crítérios:

1. autonomia (devido à grande distância à costa);
2. capacidade de transporte de carga e/ou passageiros (devido ao custo operacional, relação entre custo de carga e/ou passageiro por km ou hora de voo);
3. custo de operação (inclui todos os custos de aquisição e operação);
4. equipamento individual de segurança, de segurança de voo, de sobrevivência e de conforto (por exemplo: capacete, fato térmico, auriculares, GPS, barco salva-vidas e isolamento);
5. treinamento de segurança de voo e de sobrevivência (tanto para tripulação como para passageiros);
6. sensação de segurança e de conforto (tanto da tripulação como dos passageiros);

Alternativas:

3 possíveis aeronaves denominados Helicóptero 1, 2 e 3.

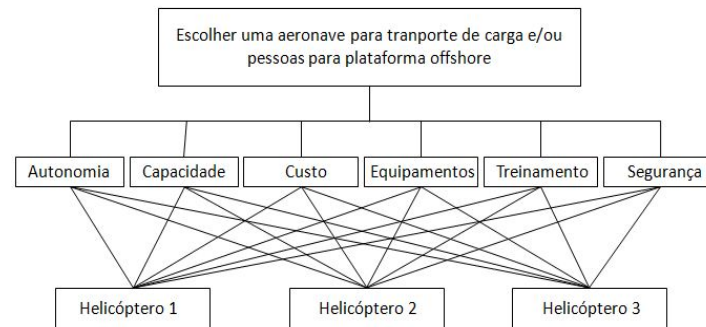


Figura 5.2.1. Estrutura hierárquica do exemplo 1

Avaliação das alternativas à luz da autonomia:

Tabela 5.2.1. Comparação das aeronaves segundo a autonomia.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1				X						Hel2
Hel1				X						Hel3
Hel2					X					Hel3

Matriz de decisão da autonomia:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da capacidade de transporte:

Tabela 5.2.2. Comparação das aeronaves segundo a capacidade de transporte.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1			X	X						Hel2
Hel1					X					Hel3
Hel2						X				Hel3

Matriz de Decisão da capacidade de transporte:

$$CT = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 1/4 & 1 & 1/3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do custo de operação:

Tabela 5.2.3. Comparação das aeronaves segundo o custo de operação.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1							X			Hel2
Hel1						X				Hel3
Hel2				X						Hel3

Matriz de Decisão do custo de operação:

$$CO = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do equipamento individual de segurança, de segurança de voo, de sobrevivência e de conforto:

Tabela 5.2.4. Comparação das aeronaves segundo os equipamentos.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1		X								Hel2
Hel1			X	X						Hel3
Hel2						X				Hel3

Matriz de Decisão dos equipamentos:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 4 \\ 1/7 & 1 & 1/3 \\ 1/4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do treinamento de segurança de voo e de sobrevivência:

Tabela 5.2.5. Comparação das aeronaves segundo o treinamento.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1				X						Hel2
Hel1					X					Hel3
Hel2						X				Hel3

Matriz de Decisão do treinamento:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz da sensação de segurança e de conforto:

Tabela 5.2.6. Comparação dos esquadrões segundo a sensação de segurança e de conforto.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Hel1		X								Hel2
Hel1				X						Hel3
Hel2						X				Hel3

Matriz de Decisão da sensação de segurança e de conforto:

$$SC = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 \\ 1/7 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Avaliação das alternativas à luz do Objetivo:

Tabela 5.2.7. Comparação das aeronaves segundo o objetivo.

	Absoluta	Muito grande	Grande	Pequena	Igual	Pequena	Grande	Muito grande	Absoluta	
Auto					X					Capa
Auto							X			Cust
Auto		X								Equi
Auto		X								Trein
Auto			X							SSC
Capa						X				Cust
Capa			X							Equi
Capa		X								Trein
Capa				X						SSC
Cust			X							Equi
Cust		X								Trei
Cust			X							SSC
Equi		X								Trei
Equi				X						SSC
Trei								X		SSC

Matriz de Decisão do objetivo:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 7 & 7 & 5 \\ 1 & 1 & 1/3 & 5 & 7 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 5 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1/5 & 1/5 & 1 & 7 & 3 \\ 1/7 & 1/7 & 1/7 & 1/7 & 1 & 1/7 \\ 1/5 & 1/3 & 1/5 & 1/3 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

Entrando com os dados no programa, temos:

```

Command Window
File Edit Debug Desktop Window Help
>> AHP
Entre com o numero de criterios:6
Entre com o numero de alternativas:3
Entre com a Matriz de Decisão:[1 3 3; 1/3 1 1; 1/3 1 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 4 1; 1/4 1 1/3; 1 3 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 1/5 1/3; 5 1 3; 3 1/3 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 7 4; 1/7 1 1/3; 1/4 3 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 3 3; 1/3 1 1; 1/3 1 1]
Entre com a Matriz de Decisão:[1 7 3; 1/7 1 1/3; 1/3 3 1]
Entre com a Matriz do Objetivo:[1 1 1/5 7 7 5; 1 1 1/3 5 7 3; 5 3 1 5 7 5;...
1/7 1/5 1/5 1 7 3; 1/7 1/7 1/7 1/7 1 1/7; 1/5 1/3 1/5 1/3 7 1]
Alternativa:
fz 1
OVR

```

Figura 5.2.2. Resultado do exemplo 3

O Helicóptero 1 é a melhor aeronave para cumprir o objetivo, de acordo com os critérios escolhidos e as avaliações feitas.

### 5.3. Comentários

Os exemplos acima elucidam as etapas da análise de uma tomada de decisão utilizando o método AHP. O programa implementado pode ser utilizado em um problema com até dez alternativas e critérios (na realidade pode-se implementar para um número infinito, contudo, e tendo em consideração questões cognitivas, no AHP considera-se que 10 alternativas já está acima do limite de alternativas que um tomador de decisão humano é capaz de avaliar).

Nos exemplos não se analisou a escolha de alguma aeronave específica existente, mas helicópteros hipotéticos 1, 2 e 3. No entanto, os exemplos simulam estudos de escolha multicritério utilizando os mesmos critérios que poderiam ser considerados em casos reais. Tal se deve ao fato de que seria necessário ter acesso às informações relativas à população, a essa mesma população, a um grupo de especialistas, e ter os conhecimentos e a formação de psicologia necessária para proceder a todo o processo de avaliação necessária ao AHP, o que está fora do âmbito e objectivo deste trabalho (mas não da aplicação e conhecimento do AHP). Não foi possível analisar a escolha de alguma aeronave conhecida, contudo nada do que foi feito nos exemplos diferiria de um caso real.

Para aumentar a confiabilidade da escolha é necessário que o estudo seja feito por vários especialistas e interessados tomando uma média de suas decisões. Desta maneira o resultado não fica tendencioso devido a subjetividade de um decisor em particular ao comparar as alternativas e critérios.

Os exemplos mostram que a inclusão de novos critérios na análise de uma decisão pode alterar seu resultado. Nota-se que as avaliações levaram a resultados diferentes, o que na aplicação real significaria que os critérios de equipamento, treinamento e sensação (este último completamente subjetivo) fazem diferença na avaliação. Assim, devido a importância dos critérios acrescentados (dos dois primeiros depende a segurança de voo, e logo a vida das pessoas e a integridade do equipamento) é pertinente sua inclusão na análise da escolha do helicóptero.

### 6. Conclusões

O processo AHP é um método de apoio muito eficiente na resolução de problemas de decisão de multicritérios. A implementação do seu algoritmo facilita sua utilização, pois basta entrar com as matrizes de decisão para obter o resultado da escolha. Com a compreensão do método e o seu algoritmo implementado é possível utilizá-lo para estudar e analisar a escolha do helicóptero ótimo para utilização em operações de transporte logístico de pessoal técnico para/de plataformas em alto-mar. Tendo sempre em atenção, como foi demonstrado, que a aplicação por si só do processo não garante a solução ótima, só uma análise crítica dos resultados obtidos pode garantir. E nunca esquecendo que o procedimento serve como ferramenta de apoio à tomada de decisão, e não como justificação científica para a mesma.

### 7. Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por este trabalho porque Dele provem o conhecimento e a sabedoria, ao CNPq pela oportunidade de realizar este projeto científico, ao meu orientador Prof. Donizeti de Andrade e ao meu co-orientador José Corrêa de Sá pela orientação e ensinamentos.

### 8. Referências

- Baraças, Francisco José Loureiro, e Machado, João Pedro Alves, 2006, “A análise multicritério na tomada de decisão o método analítico hierárquico de T. L. Saaty”, Relatório Técnico, Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- da Silva, Roterdan Moura, 2003, “Considerações sobre métodos de decisão multicritério”, Relatório Técnico, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, CTA, São Paulo, Brasil.
- de Almeida, Paulo Pereira, 2002, “Aplicação do método AHP processo analítico hierárquico à seleção de helicópteros para apoio logístico à exploração e produção de petróleo *offshore*”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.
- de Oliveira, Cleber Almeida, 2008, “*Analytic hierarchic process – AHP*”, Aula de Pós-Graduação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, DCTA, São Paulo, Brasil.
- Moreira, Filipe Rodrigues de Sousa, 2008, “Uso de AHP para o problema de seleção de um fornecedor”, Aula de Pós-Graduação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, DCTA, São Paulo, Brasil.