Aplicação do Método AHP na Proposta de Mudança da Sede da Comissão de Aeroportos da Região Amazônica

Leonardo Rodrigues Julio dos Santos, Mateus Habermann
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vilas das Acácias – CEP 122228-900 - São José dos Campos - SP, Brasil

***Resumo* — Desde sua criação, a Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA) mantém sua sede em Belém (PA). No entanto, muitas obras realizadas por esse órgão localizam-se distantes dessa cidade, demandando um esforço aéreo demasiado, haja vista que alguns trabalhadores e boa parte do maquinário ficam sediados em Belém. Objetivando a redução dos gastos em transporte aéreo, aventou-se a possibilidade de mudança da sede da COMARA para outra localidade mais próxima das obras. Para tal, sob a ótica do Apoio Multicritério à Decisão, o presente estudo aponta para Manaus (AM) como a melhor cidade para abrigar a sede da COMARA.**

***Palavras-chave* — LOCALIZAÇÃO, AHP, LOGISTICA.**

I. INTRODUÇÃO

A. Histórico

No inicio da década de 50, existiam na Amazônia apenas 17 aeródromos, dentre os quais somente os de Manaus e Belém eram asfaltados [1]. É possível, baseado nesse fato, ter uma idéia da situação, em termos de infraestrutura, que permeava o norte do Brasil nessa época.
Em 1956, com a promessa de modernizar o país, o governo, sob a presidência de Juscelino Kubitschek, tinha como uma de suas metas fomentar o desenvolvimento no setor de energia e transportes.
Paralelamente, os militares, por motivos ideológicos e pela derrota nas urnas, estavam insatisfeitos com a posse de Juscelino, o que deflagrou a Revolta de Jacareacanga. O palco dessa insurreição, obviamente, não foi escolhido por acaso: o acesso à Jacareacanga (PA) e às cidades vizinhas era extremamente difícil; facilitando, assim, a permanência de blocos de resistência ao governo.
Em 23 de fevereiro de 1956, após breves embates, as forças federais debelaram os rebeldes e o governo acelerou seu plano de desenvolvimento do país, sobretudo da região Norte.

B. Criação da COMARA

Foi criado, assim, um projeto que previa a implantação de uma malha aeroviária na Amazônia. Esse plano ganhou forças e, em 12 de dezembro de 1956, foi fundada a COMARA (Comissão de Aeroportos da Região Amazônica), que tem como objetivo projetar, construir e equipar aeroportos na região amazônica.
A COMARA desde então mantém suas instalações em Belém (PA), por ser esta cidade, na época, a sede da Primeira Zona Aérea (atualmente Primeiro Comando Aéreo Regional)[2].

Leonardo Rodrigues Julio dos Santos, rodrigue@ita.br, Tel +55-12-39476899; Mateus Habermann, hab@ita.br, Tel. +55-12-39476899.

II. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No decorrer dos anos, diversas obras foram executadas pela COMARA nos mais diversos e longínquos pontos da região amazônica.

Listam-se algumas das obras em andamento:

- Oiapoque (AP);
- Tiriós (PA);
- Manaus (AM);
- Moura (AM);
- Eirunepé (AM);
- Porto Velho (RO);
- Vilhena (RO);
- Santa Rosa (AC);
- Tabatinga (AM);
- Palmeira do Javari (AM);
- Estirão do Equador (AM);
- São Gabriel da Cachoeira (AM);
- Tunuí Cachoeira (AM); e
- Yauaretê (AM).

A fig. 1 a seguir destaca algumas das obras atualmente em andamento.

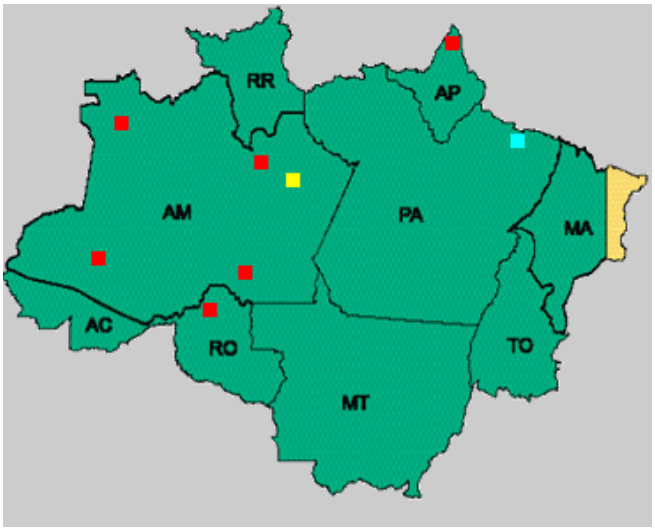

Fig. 1. Algumas obras da COMARA.

Os pontos vermelhos sinalizam o local de algumas das obras em andamento, e as cores amarela e azul representam, respectivamente, as cidades de Manaus e Belém.
Por questões históricas e também estruturais – Belém era a sede da Primeira Zona Aérea – a COMARA foi fundada na

região leste da Amazônia. Entretanto, como se pode observar, a maioria das obras fica localizada a oeste.
Objetivando uma maior facilidade na administração e um melhor aproveitamento dos meios para a locomoção dos trabalhadores e maquinário aos canteiros de obras, seria de bom alvitre que a sede da COMARA fosse localizada em um ponto relativamente equidistante e mais próximo das obras.
Detalhando a situação, os operários e grande parte do maquinário são transportados via aérea por aeronaves da Força Aérea Brasileira. Os principais modais utilizados são o aéreo e o hidroviário, sendo este último realizado por balsas próprias.
Por esse motivo, tal decisão de mudança deve ser bem estruturada e respaldada por métodos científicos atuais e consistentes, haja vista que vários aspectos devem ser levados em consideração.
Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar possíveis fatores correlatos a uma eventual mudança da sede da COMARA, utilizando, assim, o Apoio Multicritério à Decisão.

III. APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

A. Considerações iniciais

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) consiste de um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomar decisões, dada uma multiplicidade de critérios. A distinção entre o AMD e as metodologias tradicionais de avaliação é o grau de incorporação dos valores do decisor (tomador de decisão) nos modelos de avaliação. O AMD considera que a subjetividade está sempre presente nos processos de decisão. Uma estrutura de valores dos decisores associada aos critérios existentes permite que as alternativas sejam examinadas, avaliadas e, caso possível, priorizadas [7]-[8].
O uso de médotos de AMD é eficaz para se chegar à melhor decisão em varias áreas. Dentre os métodos, pode-se citar o Analysis Hierarchical Process (AHP) que será abordado a seguir.

B. AHP (Analysis Hierarchical Process)

Técnicas tradicionais em pesquisa operacional utilizam somente medidas quantitativas, enquanto que as incertezas descritas através de medidas qualitativas existem em todos lugares dentro do sistema logístico [9]. Uma técnica que seja capaz tratar de medidas quantitativas e qualitativas é necessária para uma melhor modelagem do problema. Especialistas concordam que não existe uma melhor maneira para avaliar e selecionar os fornecedores, e assim usam-se uma variedade de metodologias.
O AHP, desenvolvido por Thomas L. Saaty nos anos 70, caracteriza-se pela decomposição de um problema em uma estrutura hierárquica descendente, iniciando pelo objetivo global, critérios, subcritérios e alternativas em níveis sucessivos [10]. Dessa forma, o método propicia ao decisor uma melhor avaliação e compreensão do problema de decisão [8]. Após essa fase de estruturação hierárquica, procede-se à modelagem, onde, por meio de comparações pareadas e do julgamento do decisor, as alternativas serão classificadas por ordem de importância.
O início da hierarquia representa um critério de síntese ou objetivo global, enquanto nos níveis sucessivamente inferiores colocam-se os critérios que apresentam algum impacto no critério do nível superior [8]. No último nível da hierarquia, devem estar as alternativas consideradas". A Fig. 2 representa um exemplo de estruturação hierárquica dividida em 4 níveis, com a finalidade de facilitar a compreensão e avaliação do problema.

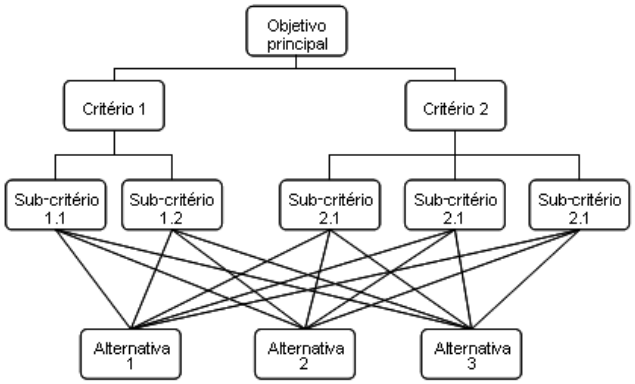

Fig. 2. Estruturação hierárquica.

O desempenho de alguém como tomador de decisão não depende apenas de sua inteligência; depende também do grau de ajuste e conhecimento entre a cultura da organização, empresa, partido político, família etc, na qual se toma decisão; da estruturação clara e completa do problema e dos objetivos envolvidos na decisão e de seu estilo psicológico na tomada dessa atitude [8].

IV. ABORDAGEM DO PROBLEMA

Objetivando não somente a economia de meios, mas também uma melhor posição estratégica da COMARA, propõe-se aqui um estudo inicial para este problema, onde existe 2 alternativas em consideração a cidade de Manaus e a cidade de Belém.
Para abordar este problema, os critérios analisados são os seguintes:

- Político-Estratégico
- Infraestrutural
- Econômico

Seguindo o modelo da Fig. 2, acima, cada critério subdivide-se em subcritérios, os quais ligam-se às duas alternativas em questão. A seguir, serão analisados todos os subcritérios em relação às alternativas. Os referidos valores e interfaces do programa não são exibidos neste trabalho.

A. Análise dos critérios e subcritérios

A.1. Critério Político-Estratégico

1)Estratégia de defesa nacional: Esse subcritério leva em consideração o apoio que a COMARA presta, de maneira geral, ao governo do país nos seguintes aspectos:

- Reposicionar o efetivo das Forças Armadas, adensando a presença dos militares na região amazônica
- Desenvolver a capacidade logística da região amazônica.

Pelo fato de Manaus ser situada mais ao centro do território em relação a Belém, existe uma menor chance de a sede da COMARA ser destruída por ataque inimigo se ela for lá localizada, o que não comprometeria o andamento dos projetos acima citados.
Dessa forma, Manaus apresenta maior vantagem em relação a Belém nesse aspecto.
2) Convênios de interesse do Comando da Aeronáutica: Esse item abarca a finalidade da COMARA em si, ou seja, a consecução de obras de interesse do Comando da Aeronáutica.
Avalia-se aqui que tais obras são efetuadas com sucesso independentemente da localização da sede da COMARA.

A.2 Critério Infraestrutural

1) Rodoviário: Pelo fato de não se contar com uma malha rodoviária densa na região amazônica (vide figura 3), o modal rodoviário é o menos utilizado pela COMARA, pelo menos no que concerne o trajeto sede–canteiro de obras.

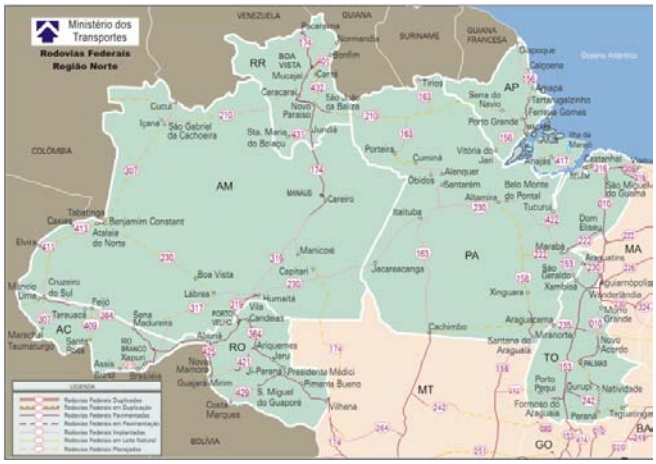

Fig. 3. Malha rodoviária da região amazônica[3].

Como é observado no mapa, Manaus apresenta mais opções rodoviárias para se chegar aos canteiros de obras em relação a Belém.
Assim, Manaus apresenta vantagem em relação a Belém do ponto de vista rodoviário.

2) Hidroviário: Sendo o modal aquaviário muito pertinente na região amazônica, muitos equipamentos e quase a totalidade das matérias-prima são transportados por balsas até seus destinos finais. Além dessas balsas, que são em número de 19, a COMARA possui também 08 barcos-empurradores.
Apesar de apresentar, em relação a outros modais, baixo custo em perdas e danos [4], o uso do modal aquaviário nesse caso nem sempre é viável. A causa disso reside no fato de que, em certas épocas do ano, certos rios amazônicos não são navegáveis devido ao baixo nível das águas. A fig.4 a seguir retrata tal fato.

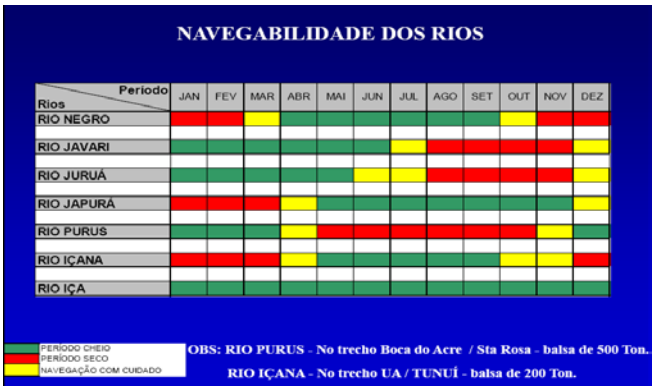

Fig.4. Navegabilidade dos rios.

A questão pluviométrica interfere também no andamento das obras. Mais especificamente, chuvas excessivas impedem o bom andamento do trabalho. A fig.5 a seguir detalha o calendário propício ao trabalho delineado pelas chuvas em alguns canteiros de obras.

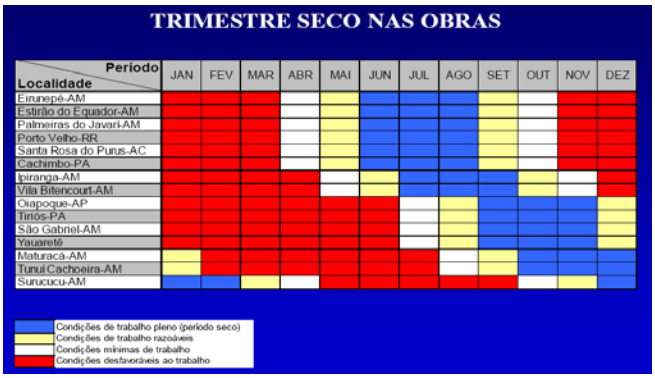

Fig.5. Trimestre seco nas obras.

Essa particularidade das chuvas frequentes no Norte do país exige dos administradores da COMARA um maior cuidado e detalhamento quanto ao calendário das obras. Ressalta-se, ainda, que as balsas que partem de Belém com destino à parte ocidental da Amazônia têm em seu itinerário a cidade de Manaus, chegando até lá pelo rio Amazonas, que é a única opção fluvial. A fig.6 a seguir ilustra esse fato.

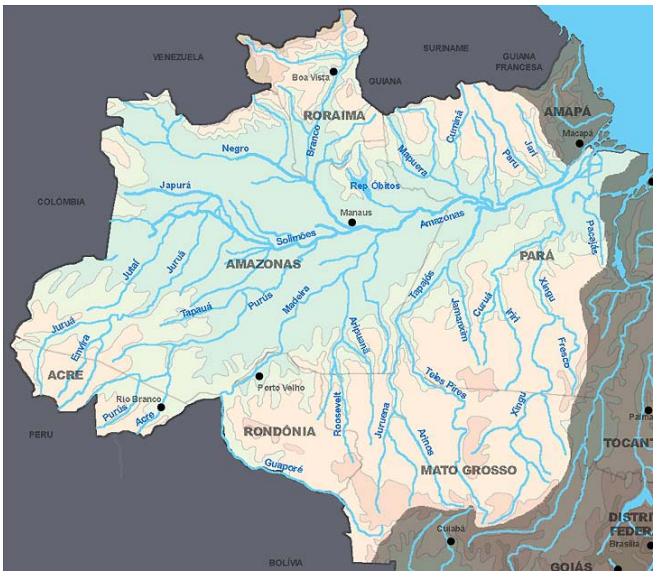

Fig.6. Rios da Amazônia[3].

Assim, Manaus leva vantagem em relação a Belém nesse aspecto.

3) Base Aérea: Além de contar com uma posição geográfica favorável, como já descrito, a Base Aérea de Manaus conta com uma maior variedade de aeronaves em relação à Base Aérea de Belém, destacando-se, ainda, como ponto positivo a Manaus, a presença da aeronave C-105 Amazonas, a qual é muito empregada nas missões de transporte aéreo da COMARA.
Assim, no subcritério Base Aérea, Manaus é considerada melhor que Belém.

A.3 Critério Econômico

1) Horas voadas: É constatado que a relação Manaus/Belém em termos de distância entre sede→canteito de obras é de, aproximadamente, 0,55. Ou seja, se a sede da COMARA fosse em Manaus, necessitar-se-ia de 45% a menos de horas de voo, no caso de a demanda por parte das obras permanecer a mesma.
A Fig.7 a seguir ilustra as distâncias das obras até Belém.

Localidade Sede	**Belém**					
	Distância	*Tempo de voo das aeronaves*				
Obras em andamento	*NM*	*C -95*	*C - 97*	*C - 98*	*C - 105*	*C - 130*
Belém	-	-	-	-	-	-
Manaus	698	03:30	02:41	04:39	03:14	02:30
Oiapoque	372	01:52	01:26	02:29	01:43	01:20
Eirunepé	1322	06:36	05:05	08:49	06:08	04:44
Porto Velho	1021	05:06	03:56	06:49	04:45	03:39
Vilhena	969	04:51	03:44	06:28	04:30	03:28
Tabatinga	1298	06:30	05:00	08:40	06:01	04:38
São Gab. da Cach.	1114	05:34	04:17	07:26	05:10	04:00
Yauaretê	1250	06:15	04:48	08:20	05:48	04:28
Totais	8044	40h:14m	30h:57m	53h:40m	37h:19m	28h:47m

Fig.7. Distância/tempo de voo das obras até Belém.

A mesma análise acima é feita em relação a Manaus.

Localidade Sede	**Manaus**					
	Distância	*Tempo de voo das aeronaves*				
Obras em andamento	*NM*	*C -95*	*C - 97*	*C - 98*	*C - 105*	*C - 130*
Belém	698	03:30	02:41	04:39	03:14	02:30
Manaus	-	-	-	-	-	-
Oiapoque	644	03:14	02:29	04:18	02:59	02:18
Eirunepé	631	03:09	02:26	04:12	02:55	02:15
Porto Velho	408	02:03	01:34	02:44	01:53	01:27
Vilhena	574	02:53	02:12	03:50	02:39	02:03
Tabatinga	600	03:00	02:18	04:00	02:47	02:09
São Gab. da Cach.	457	02:17	01:45	03:03	02:07	01:38
Yauaretê	597	02:59	02:18	03:59	02:46	02:08
Totais	4609	23h:05m	17h:43m	30h:45m	21h:20m	16h:28m

Fig.8. Distância/tempo de voo das obras até Manaus.

Considerando essa análise, infere-se que Manaus tem vantagem em relação a Belém em relação a horas voadas.

*2) Distâncias percorridas:*Além do já descrito nos itens A.2.1, A.2.2 e A.3.1, fica evidente que as distâncias percorridas pelos diferentes modais da sede até as obras é menor, em se considerando a sede da COMARA em Manaus, como bem ilustra a Fig. 1.
Com base nisso, opta-se por Manaus em relação a esse item em questão.

3) Custo de movimentação de efetivo: Evidentemente, custo com movimentação de efetivo só faz sentido se houver mudança de sede.
Assim, torna-se evidente a vantagem de Belém em relação a Manaus, independentemente do número de pessoas envolvidas no processo.

B. Resultados

A Fig. 9, a seguir, retrata a estruturação do problema, aplicou-se o método AHP, com o auxílio do *software SuperDecisions (www.superdecisions .com)* que lida com o método.

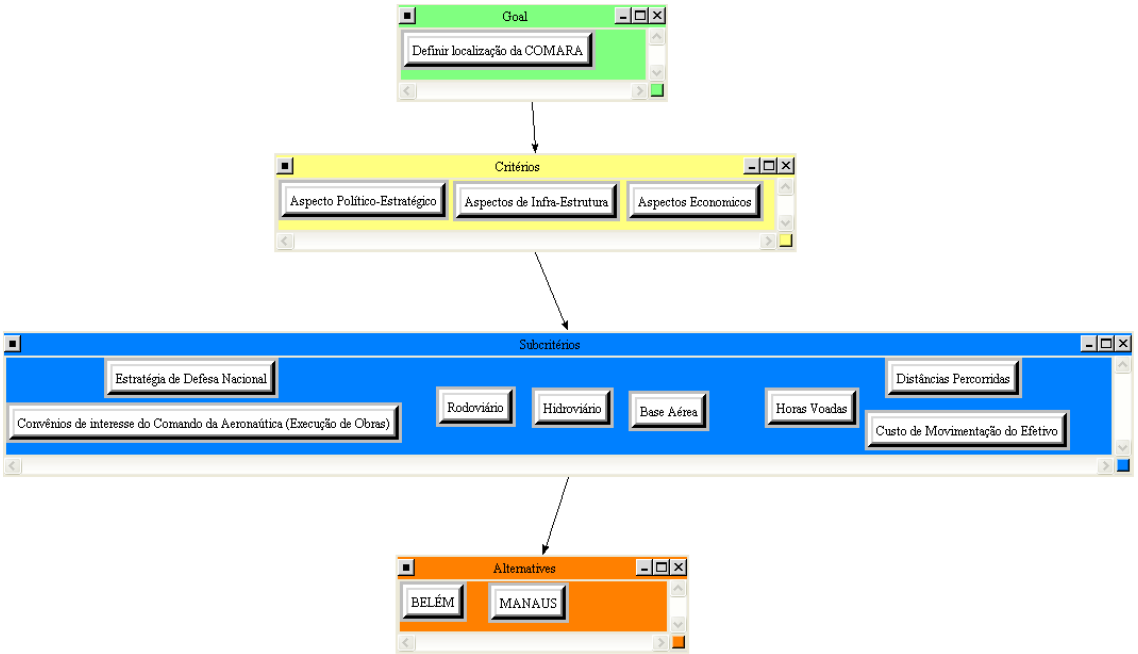

Fig. 9. Estruturação hierárquica do problema.

A Fig.10 mostra o julgamento do decisor e o grau de inconsistência da matriz de julgamento.

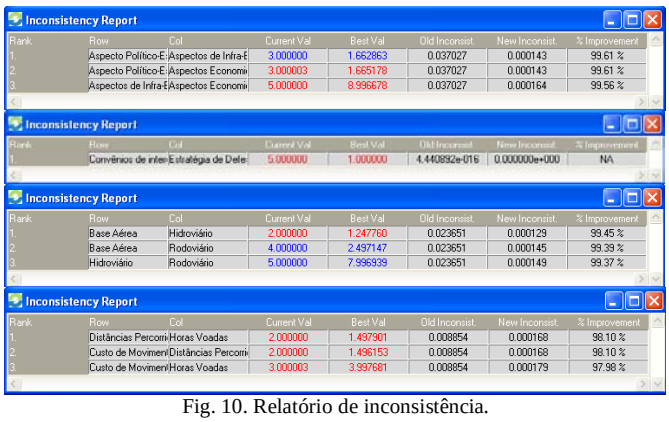

Fig. 10. Relatório de inconsistência.

O AHP avalia a consistência do julgamento do decisor, calculando o índice de consistência, se esse índice for menor que 0,1, então os julgamentos da matriz de decisão são considerados consistentes, senão, existe alguma inconsistência nos julgamentos. Como podemos ver, foi respeitado esse índice.

A Fig.11 exibe o resultado processado pelo *software*, considerando os critérios e subcritérios e seus pesos.

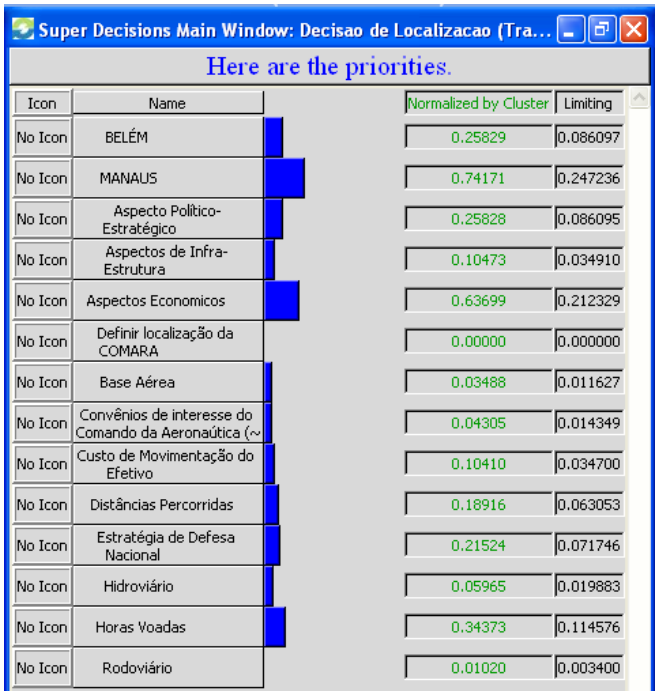

Fig.11. Resultado calculado pelo *software*.

Como é ilustrado a seguir, a cidade de Manaus mostra-se mais adequada para abrigar a sede da COMARA.

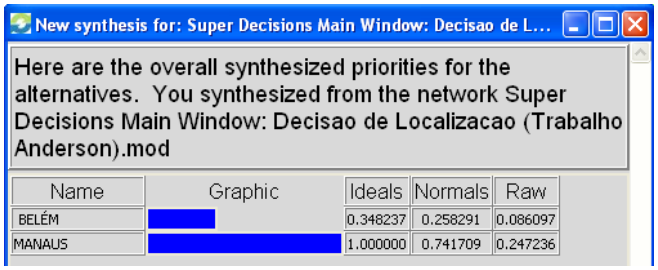

Fig. 12. Resultado calculado pelo *software*.

Ressalta-se que no presente estudo a ponderação e a escolha dos subcritérios foram feitas de maneira inicial, requerendo-se, assim, um estudo mais aprofundado sobre esse aspecto futuramente. Evidentemente, os tomadores de decisão numa situação real serão pessoas experientes e capacitadas do alto escalão da FAB.

V. CONCLUSÃO

A COMARA, criada na década de 1950, com o objetivo projetar, construir e equipar aeroportos na região amazônica, ainda mantém sua sede em Belém.

No decorrer dos anos diversas obras foram realizadas sob sua ingerência. Naturalmente, por uma questão de localização geográfica, as obras realizadas no setor ocidental da imensa hiléia, que são a maioria, ficaram distantes da sede da COMARA, a qual abriga muito do equipamento transportado às obras bem como os militares que nelas trabalham.

Com a mudança da sede da COMARA para um local mais próximo das obras, muito se pouparia em horas de vôo nos traslados de homens e máquinas, o que, conseqüentemente, resultaria em reduções de custos, tendo em vista que o consumo de combustível representa cerca de 20 a 40 por cento dos custos diretos no setor operacional[6].

Visando ao racionamento de meios, baseando-se no Apoio Multicritério à Decisão, constatou-se, mesmo de maneira inicial, que a mudança da sede da COMARA para Manaus poderá proporcionar maior vantagem econômica e estratégica. A economia resultante dessa mudança, em poucos anos, suplantará os gastos inerentes a tal mudança, visto que muitas obras ainda hão de ser feitas na Amazônia.

REFERÊNCIAS

[1] www.comara.aer.mil.br/histórico. Acesso em: 14 Jul. 2009.

[2]http://www.catalineiros.com/site/abracat/registros_fab_amazonia.pdf. Acesso em: 14 Jul. 2009

[3] http://www.transportes.gov.br/. Acesso em: 14 Jul. 2009

[4]BALLOU, RONALD H, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial, 5 ed., Porto Alegre, Bookman 2006.

[5] www.comara.aer.mil.br. Acesso em: 14 Jul. 2009

[6] OLIVEIRA, ALESSANDRO. (2009). Transporte aéreo: economia e políticas públicas. (p. 48). São Paulo, Pezco Editora.

[7] GOMES, L. F .A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. Tomada de decisão gerencial**:** enfoque multicritério**.** São Paulo: Atlas, 2002. 157p.

[8] GOMES, L. F. A. M., ARAYA, M. C. G. and CARIGNANO, C. (2004) Tomada de Decisões em Cenários Complexos, São Paulo: Pioneira Thompson Learning

[9] WANG G.; HUANG S. H.; DISMUKES J. P. (2004), Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology**.** International Journal of Production Economics vol.91, pp1-15

[10] SAATY, T. L.(2005), Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, – RWS Publications, Pittsburg.