O USO DA FERRAMENTA AHP PARA A ESCOLHA DE SÍTIO HELIPORTUÁRIO

Ana Laura Malta Rendohl
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, 12228-900 São José dos Campos
ana_rendohl1@hotmail.com – (12) 3947-6817

Pâmela Martins dos Santos
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, 12228-900 São José dos Campos
pamela.bct@gmail.com – (12) 3947-6817

Giovanna Miceli Ronzani Borille
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, 12228-900 São José dos Campos
ronzani@ita.br – (12) 3947-6817

RESUMO

Dado o aumento no movimento e na frota de helicópteros, especialmente, no estado de São Paulo, este trabalho utiliza a avaliação multicritérios para a escolha de um sítio heliportuário dentre três alternativas, todas localizadas na região do Grande ABC Paulista, sendo: (i) Jardim Milena e (ii) Jardim Paranavai na cidade de Santo André - SP e (iii) Loteamento Industrial Coral em Mauá - SP. É usado o método AHP - Analytic Hierarchy Process – que permite avaliar e identificar, por meio de nove critérios selecionados e considerados relevantes, a melhor localização de um novo sítio heliportuário. A alternativa mais adequada é obtida atribuindo-se pesos aos critérios e analisando-os entre si. O resultado deste estudo indica que a localização mais compatível com as necessidades e características elencadas é o Loteamento Industrial Coral, em Mauá.

Palavras Chave: Heliporto, Método AHP, Sítio Heliportuário, Análise Multicritério.

ABSTRACT

Given the increase in helicopter movements and fleet, especially in the state of São Paulo, this paper uses the multicriteria evaluation for choosing a heliport site among three alternatives, all located in the Greater ABC Paulista region, as follows: (i) Jardim Milena and (ii) Jardim Paranavaí in Santo André - SP and (iii) Industrial Community Coral in Mauá - SP. The AHP - Analytic

Hierarchy Process - is used to evaluate and identify, through nine relevant selected criteria, the best location for a new heliport site. The most suitable alternative is obtained by assigning weights to the criteria and analyzing them together. The result of this study indicates that the more compatible location with the listes needs and characteristics is the Industrial Community Coral in Mauá.

Keywords: *Heliport, Analytic Hierarchy Process, Heliport Site, Multicriteria evaluation*.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 5 anos, como indica o Relatório Estatístico de Helicópteros e Jatos Privados e Táxi Aéreo nas Capitais Brasileiras da ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil (2014), a frota de helicópteros aumentou aproximadamente 51% no Brasil e 32,5% no Estado de São Paulo. Para atender as necessidades, o número de helipontos cadastrados também apresentou crescimentos no estado e no País, segundo a Lista de Aeródromos Privados da ANAC (2014).

As definições de helipontos e heliportos são apresentadas pelo Código Brasileiro de Aeronáutica em seu 31° artigo: ―Helipontos: os aeródromos destinados exclusivamente a helicópteros‖ e ―Heliportos: os helipontos públicos, dotados de instalações e facilidades para apoio de operações de helicópteros e de embarque e desembarque de pessoas e cargas‖ (BRASIL. Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986).

Atualmente, existem três grandes heliportos em funcionamento na cidade de São Paulo sendo: (i) Helipark, (ii) Helicidade e (iii) Helicentro Morumbi, todos localizados na zona oeste da capital, como pode ser observado na Figura 1. Ainda que a referida região apresente grande atividade econômica, justificando a presença desses heliportos, existem outras localidades em São Paulo que merecem atenção quanto à disponibilidade de um heliporto, como é o caso da zona Sul, na região do Grande ABC Paulista, onde é oportuna a implantação dessa estrutura, principalmente, em virtude de ser pólo industrial e petroquímico, além de ser berço de várias montadoras como a Volkswagen e a Mercedes-Benz.

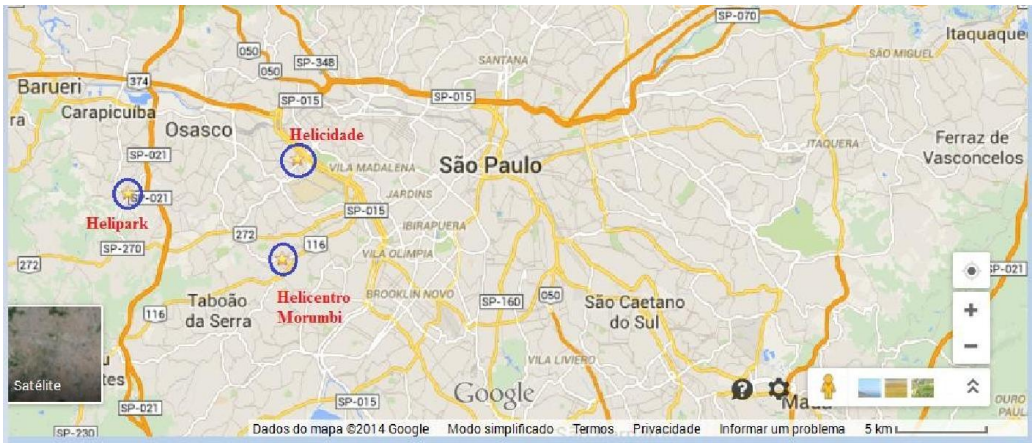


Figura 1: Posição dos heliportos em funcionamento atualmente no estado de São Paulo. Fonte: *Google Maps*, 2015.

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar a ferramenta AHP (*Analytic Hierarchy Process*) como opção de método viável na escolha de novos sítios heliportuários, baseado em critérios propostos por Horonjeff (2010). O objetivo específico é encontrar a melhor localização para um novo sítio heliportuário entre três alternativas de bairros no ABC Paulista, a fim de atender demandas e necessidades existentes.

As alternativas de sítio heliportuário apresentadas neste estudo são:

1. Jardim Milena – bairro situado na cidade de Santo André, a qual possui forte atividade metalúrgica, é um bairro residencial distante dos heliportos em atividade.
2. Jardim Paranavai – estabelecido na cidade de Mauá, onde atuam fortemente os setores químico, metalúrgico e petroquímico, é um bairro industrial, ao lado do Rodoanel e com custo baixo para a aquisição de terrenos.
3. Loteamento Industrial Coral – também localizado na cidade de Mauá, próximo ao Rodoanel, é um bairro industrial que possui um custo alto para a compra de terrenos, porém com área livre de construções no entorno.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Algumas pesquisas com características de análise multicritério, considerando vários cenários, utilizaram o método AHP em sua concepção, o que indica que a ferramenta é adequada para atender o objetivo deste trabalho. Na sequência, é apresentado um breve resumo de alguns trabalhos que utilizaram o método supracitado.

- Fiorio (2007) identificou os pesos dos principais componentes do TPS (Terminal de Passageiros) que influenciam no nível de serviço percebido e citou a importância do método para identificar e mensurar as inconsistências que surgem diante das diferentes percepções dos entrevistados em pesquisas de opinião;
- Marins, Souza e Barros (2009) demonstraram a aplicabilidade da ferramenta através do software Expert Choice para tomada de decisões gerenciais no setor público (Estudo de Caso – Prefeitura de Quissamã/RJ), onde era verificada qual a melhor alternativa para integrar os sistemas de informação do município. A melhor alternativa obtida foi a compra e implantação de um sistema de informação já existente.
- Maciel Filho (2013) definiu qual modal (aéreo ou terrestre) deve ser usado para o transporte da produção agrícola familiar em sua área de influência (Estudo de Caso Aeroporto Aracati-Ceará), onde o resultado apresentado foi que o modal terrestre ainda persistia como o mais adequado. O autor também citou a dificuldade de obter respostas consistentes, pois os entrevistados não compreendiam como realizar a comparação e determinar a ordem de prioridade dos fatores.

Estudos de viabilidade de instalação de heliportos também foram levantados para este trabalho, como pode ser visto na sequência:

- Branco (2007) propõe diversas configurações de heliporto para a instalação no Aeroporto de São Tomé – RJ. Tem como objetivo oferecer a melhor alternativa de funcionamento sincronizado de aeronaves e helicópteros, com segurança, economia e atendendo os requisitos exigidos pela Petrobrás. A opção eleita como a mais adequada, foi aquela em que apresentou poucos cruzamentos entre *taxiways* e vias de acesso, área pavimentada reduzida e alta operacionalidade.
- Lenz (2014) realiza um estudo de viabilidade econômica e financeira da instalação de um Heliporto na cidade de São Paulo. O autor leva em consideração os aspectos técnicos referentes à localização, estudos preliminares e projetos, autorização para construção, realização da obra, cadastramento e funcionamento. A conclusão apresentada foi que o investimento na implantação de um novo Heliporto, só teria retorno após 10 anos. Foi sugerida uma ampliação de sua tese, com um projeto de heliporto offshore no estado do Rio de Janeiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desse estudo é utilizada a ferramenta AHP, juntamente com os critérios propostos por Horonjeff (2010).

O AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é uma ferramenta criada por Thomas Saaty na década de 70 e que permite fazer uma avaliação multicritério, ou seja, possibilita a comparação entre fatores que possuem características diferentes um dos outros. Também consegue identificar a relevância de um elemento quando comparado a outro.

Segundo Saaty (2008), tomar uma decisão envolve conhecer o problema, a necessidade, qual a finalidade, os critérios, subcritérios, grupos afetados e as alternativas. Conforme o mesmo autor, as etapas necessárias para tomar uma decisão de forma organizada são:

1. Determinar qual o tipo de problema e qual o conhecimento que se deseja obter;
2. Estruturar a hierarquia a partir do topo, indicando qual o objetivo da decisão, passando pelos níveis intermediários onde há uma ampla perspectiva, e por fim chegando ao mais baixo nível, onde geralmente se apresenta um conjunto de alternativas;

3. Construir um conjunto de matrizes par a par, onde certo elemento é comparado com os demais;
4. A partir das prioridades encontradas na etapa anterior, pesar as prioridades até atingir todos os elementos.

Os pesos a serem atribuídos estão discriminados na Tabela 1, adaptada de Saaty (2008):

Tabela 1: A escala fundamental de números absolutos.

Intensidade	Definição	Explicação
1	Importância Igual	Duas atividades que contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância Moderada	Experiência e avaliação ligeiramente a favor de uma atividade em detrimento de outra
5	Importância Forte	Experiência e avaliação fortemente a favor de uma atividade em detrimento de outra
7	Importância muito forte ou demonstrada	Experiência e avaliação demasiadamente forte a favor de uma atividade em detrimento de outra. Seu domínio é demonstrado na prática
9	Importância Extrema	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é da mais alta ordem possível de afirmação
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando dois critérios precisam ser dependentes
Recíproco	Quando uma atividade i é melhor classificada quando comparada com j, j tem um valor recíproco quando é comparada a i	
1.1 – 1.9	Se as atividades são muito próximas	Quando é difícil atribuir um valor, utiliza-se razões, para atividades muito distintas a diferença não seria perceptível, mas para atividades similares eles ainda podem indicar a importância relativa de cada uma.

Após a criação da matriz com os pesos dos critérios desejados, a tabela é normalizada, dividindo cada componente pela soma da coluna. Tirando a média aritmética de cada linha dessa tabela normalizada é possível obter o VP (Vetor Prioridade), que indica qual o fator que tem a maior influência sobre a meta final. Em seguida é verificado como cada alternativa proposta se comporta em relação aos critérios, para isso, é criada uma matriz comparativa para cada critério, onde as opções propostas são comparadas. Depois de normalizar cada uma das matrizes e obter os Vetores Prioridade, deve-se obter o Sigma Máximo de todos os critérios. Esse valor é a somatória do produto entre os vetores prioridade pela soma da coluna dos pesos de cada alternativa.

Com o valor de Sigma Máximo conhecido, é calculado o índice de consistência segundo Saaty, indicado na equação (1):

$$CI = \frac{\sigma_{Max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde, CI: Índice de Consistência;
σ_Max: Sigma Máximo;
n: Número de Itens Comparados.

Para saber se o índice de consistência é adequado, é calculada a Taxa de Consistência (CR), indicada na equação (2):

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0{,}1 \sim 10\% \quad (2)$$

Onde, CR: Taxa de Consistência;
CI: Índice de Consistência;
RI: Índice de Consistência Aleatória.

O Índice de Consistência Aleatória (RI) é um valor tabelado, retirado de Saaty (1987) e

apresentado na Tabela 2. O RI varia de acordo com o número de itens comparados:

Tabela 2: Índices de Consistência Aleatória.

NI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Se todos os itens e critérios forem considerados consistentes, é feita a multiplicação das matrizes de Vetor Prioridade individual dos critérios pela matriz de Vetor Prioridade geral. O maior resultado obtido das prioridades é a alternativa de maior potencial.

É necessária atenção para a utilização dessa ferramenta, pois é essencial o conhecimento dos fatores utilizados para a atribuição dos pesos. Sem o conhecimento prévio, a atribuição de pesos fica comprometida, tornando a avaliação superficial, podendo não apresentar resultados coerentes ou fidedignos. Também é primordial ter atenção ao calcular as matrizes, onde qualquer erro compromete a solução final. É importante ressaltar que quanto maior o número de fatores levados em consideração, maior será a precisão do resultado e mais complexa é a utilização do método.

Para que o AHP possa ser aplicado, é necessário conhecer quais os critérios serão avaliados. Os critérios relevantes para este trabalho são aqueles afetos à escolha de um sítio heliportuário.

Ashford *Et al.* (2011) diz que os estudos de seleção do local devem ser feitos com o objetivo de maximizar a conveniência do usuário, a segurança das aeronaves e a aceitação da comunidade. Para isso, devem-se levar em consideração oito fatores na escolha de um novo terreno para construção de um heliporto, são eles:

1. Classe e *layout* do heliporto;
2. Conveniência para os usuários;
3. Obstrução do espaço aéreo;
4. Coordenação com movimento de outras aeronaves;
5. Direção dos ventos dominantes;
6. Fatores sociais e ambientais;
7. Turbulência; e,
8. Visibilidade.

Além de Horonjeff *Et al.* (2010) abordarem temas semelhantes aos que Ashford *Et al.* (2011) destacam como importantes, eles consideram outros critérios para a escolha de um sítio heliportuário, totalizando nove fatores. Assim, por serem mais abrangentes, os critérios abordados por Horonjeff *Et al.* (2010) serão utilizados para a aplicação neste estudo. São eles:

1. Localização adequada para servir ao tráfego potencial;
2. Aproximação e decolagem com o mínimo de obstrução;
3. Localização com respeito ao entorno e mínimo distúrbio de barulho;
4. Acesso adequado aos modais terrestres;
5. Mínimo custo de aquisição e desenvolvimento;
6. Dois caminhos de aproximação e orientados de acordo com os ventos predominantes;
7. Evitar regiões de conflito de tráfego entre helicópteros;
8. Evitar restrições de visibilidade e os efeitos de turbulência devido às construções próximas; e,
9. Garantia de área de pouso de emergência ao longo de toda a rota a ser voada, observando helicópteros monomotores.

A partir dos conhecimentos apresentados acima o estudo poderá ser aplicado.

4. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

O primeiro passo para a realização desse trabalho foi definir o tipo de problema e estruturar a hierarquia, como demonstrado abaixo na Figura 2.

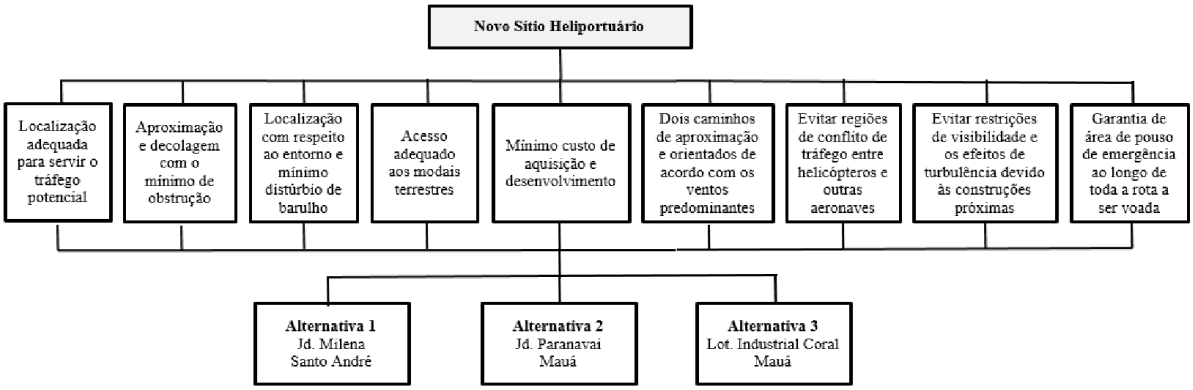


Figura 2: Hierarquia Estruturada do Problema. Fonte: Autores.

Para a obtenção de dados reais sobre o cenário dos sítios heliportuários foram consultados o setor comercial de dois heliportos, além de uma empresa especialista em desenvolvimento de projetos e construção de helipontos. Para isso, foi criado um questionário, indicado na Figura 3, o qual englobava os critérios propostos por Horonjeff *Et al.* (2010), permitindo indicar se tais critérios eram relevantes ou não para a realidade dos entrevistados e qual o nível de importância de cada um dos fatores.

	Critérios para a escolha de um sítio heliportuário						
	Fatores considerados	É relevante? (Sim ou Não)	Grau de importância (x)				
			1	2	3	4	5
a)	Localização adequada para servir o tráfego potencial						
b)	Aproximação e decolagem com o mínimo de obstrução						
c)	Localização com respeito ao entorno e mínimo distúrbio de barulho						
d)	Acesso adequado aos modais terrestres						
e)	Mínimo custo de aquisição e desenvolvimento						
f)	Dois caminhos de aproximação e orientados de acordo com os ventos predominantes						
g)	Evitar regiões de conflito de tráfego entre helicópteros e outras aeronaves						
h)	Evitar restrições de visibilidade e os efeitos de turbulência devido às construções próximas						
i)	Garantia de área de pouso de emergência ao longo de toda a rota a ser voada, observando helicópteros monomotores						

Por gentileza preencher na Tabela 1 se cada um dos fatores é relevante na escolha de um novo sítio heliportuário.

Na coluna C, as respostas possíveis são apenas Sim ou Não.

Nas colunas D, E, F, G e H, preencher com um X qual o grau de importância do fator considerado, 1 para menor importância a 5 para maior importância.

Qualquer outro fator que não esteja citado pode ser comentado abaixo na Tabela 2.

Outros fatores, respectivos graus de importância e comentários

Figura 3: Questionário sobre os fatores propostos por Horonjeff *Et al.* (2010). Fonte: Autores.

Os resultados estão apresentados na Tabela 3 a seguir. Vale a pena destacar que os critérios indicados como ―não relevantes‖ (primeira coluna do questionário) foram considerados com grau de importância ―zero‖. Assim o colaborador 1 não considera relevante os itens ―e‖ e ―i‖, já o colaborador 2 não considera relevante o item ―i‖ e o colaborador 3 considera relevantes todos os critérios abordados.

Através do questionário e aplicação do método AHP foi possível verificar qual dos itens tem o maior grau de importância para a escolha de sítios heliportuários. Um estudo com a ―hierarquização‖ de tais critérios pode auxiliar a equipe de uma empresa na tomada de decisão, uma vez que nem Ashford *Et al.* (2011), nem Horonjeff *Et al.* (2010) determinam graus de importância de cada critério.

Tabela 3: Respostas do questionário. Fonte: Autores.

Item	Fatores considerados	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Média
a)	Localização adequada para servir o tráfego potencial	1	5	4	3,3333333
b)	Aproximação e decolagem com o mínimo de obstrução	5	5	5	5
c)	Localização com respeito ao entorno e mínimo distúrbio de barulho	4	5	4	4,3333333
d)	Acesso adequado aos modais terrestres	3	2	3	2,6666667
e)	Mínimo custo de aquisição e desenvolvimento	0	1	4	1,666666
f)	Dois caminhos de aproximação e orientados de acordo com os ventos predominantes	4	4	5	4,3333333
g)	Evitar regiões de conflito de tráfego entre helicópteros e outras aeronaves	5	5	3	4,3333333
h)	Evitar restrições de visibilidade e os efeitos de turbulência devido às construções próximas	4	5	4	4,3333333
i)	Garantia de área de pouso de emergência ao longo de toda a rota a ser voada, observando helicópteros monomotores	0	0	4	1,333333

Em seguida, de acordo com as médias contidas na Tabela 3 e com a Tabela 1 (tabela de Saaty), os pesos foram atribuídos (pelos autores) do maior para o menor critério. Com esses resultados, a tabela normalizada foi construída, utilizando-se o método AHP, conforme descrito em ―materiais e métodos‖, a fim de obter qual o critério com maior influência na escolha de sítios heliportuários. Os resultados são mostrados na Figura 4.

	Matriz de Pesos								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
a	1	0,2	0,33333	3	5	0,33333	0,33333	0,33333	5
b	5	1	3	7	9	3	3	3	9
c	3	0,33333	1	5	7	1	1	1	7
d	0,33333	0,14286	0,2	1	3	0,2	0,2	0,2	3
e	0,2	0,11111	0,14286	0,33333	1	0,14286	0,14286	0,14286	3
f	3	0,33333	1	5	7	1	1	1	7
g	3	0,33333	1	5	7	1	1	1	7
h	3	0,33333	1	5	7	1	1	1	7
i	0,2	0,11111	0,14286	0,33333	0,33333	0,14286	0,14286	0,14286	1
∑	18,7333	2,89841	7,81905	31,6667	46,3333	7,81905	7,81905	7,81905	49

	Normalizada									
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	VP
a	0,05338	0,069	0,04263	0,09474	0,10791	0,04263	0,04263	0,04263	0,102040816	0,0664
b	0,2669	0,34502	0,38368	0,22105	0,19424	0,38368	0,38368	0,38368	0,183673469	0,30507
c	0,16014	0,11501	0,12789	0,15789	0,15108	0,12789	0,12789	0,12789	0,142857143	0,13762
d	0,01779	0,04929	0,02558	0,03158	0,06475	0,02558	0,02558	0,02558	0,06122449	0,03633
e	0,01068	0,03834	0,01827	0,01053	0,02158	0,01827	0,01827	0,01827	0,06122449	0,02394
f	0,16014	0,11501	0,12789	0,15789	0,15108	0,12789	0,12789	0,12789	0,142857143	0,13762
g	0,16014	0,11501	0,12789	0,15789	0,15108	0,12789	0,12789	0,12789	0,142857143	0,13762
h	0,16014	0,11501	0,12789	0,15789	0,15108	0,12789	0,12789	0,12789	0,142857143	0,13762
i	0,01068	0,03834	0,01827	0,01053	0,00719	0,01827	0,01827	0,01827	0,020408163	0,0178

Figura 4: Matriz de pesos e tabela normalizada. Fonte: Autores.

Da Figura 4 é possível observar que o critério ―b‖ é o item mais relevante, pois apresenta um vetor prioridade de, aproximadamente, 30,1% e o ―i‖ é o menos relevante, pois apresenta vetor prioridade de 1,8%, aproximadamente. Realizada a etapa anterior, os critérios agora são analisados separadamente em relação às três alternativas de bairros, nesse momento, é atribuído o peso que cada bairro tem em relação a outro, para cada critério específico, como apontado na Figura 5 (etapa realizada pelos autores, segundo descrito em ―materiais e métodos‖).

A	1	2	3
1	1	0,333	0,143
2	3	1	0,200
3	7	5	1
∑	11	6,333	1,343

Normalizada				
A	1	2	3	VP
1	0,09091	0,05263	0,10638	0,08331
2	0,27273	0,15789	0,14894	0,19319
3	0,63636	0,78947	0,74468	0,72351

B	1	2	3
1	1	0,33333	0,14286
2	3	1	0,2
3	7	5	1
∑	11	6,33333	1,34286

Normalizada				
B	1	2	3	VP
1	0,09091	0,05263	0,10638	0,08331
2	0,27273	0,15789	0,14894	0,19319
3	0,63636	0,78947	0,74468	0,72351

C	1	2	3
1	1	0,33333	0,11111
2	3	1	0,2
3	9	5	1
∑	13	6,33333	1,31111

Normalizada				
C	1	2	3	VP
1	0,07692	0,05263	0,08475	0,07143
2	0,23077	0,15789	0,15254	0,1804
3	0,69231	0,78947	0,76271	0,74816

D	1	2	3
1	1	0,2	0,11111
2	5	1	0,33333
3	9	3	1
∑	15	4,2	1,44444

Normalizada				
D	1	2	3	VP
1	0,06667	0,04762	0,07692	0,06374
2	0,33333	0,2381	0,23077	0,2674
3	0,6	0,71429	0,69231	0,66886

E	1	2	3
1	1	0,2	3
2	5	1	7
3	0,33333	0,14286	1
∑	6,33333	1,34286	11

Normalizada				
E	1	2	3	VP
1	0,15789	0,14894	0,27273	0,19319
2	0,78947	0,74468	0,63636	0,72351
3	0,05263	0,10638	0,09091	0,08331

F	1	2	3
1	1	0,33333	0,14286
2	3	1	0,2
3	7	5	1
∑	11	6,33333	1,34286

Normalizada				
F	1	2	3	VP
1	0,09091	0,05263	0,10638	0,08331
2	0,27273	0,15789	0,14894	0,19319
3	0,63636	0,78947	0,74468	0,72351

G	1	2	3
1	1	0,14286	0,2
2	7	1	3
3	5	0,33333	1
∑	13	1,47619	4,2

Normalizada				
G	1	2	3	VP
1	0,07692	0,09677	0,04762	0,07377
2	0,53846	0,67742	0,71429	0,64339
3	0,38462	0,22581	0,2381	0,28284

H	1	2	3
1	1	0,14286	0,33333
2	7	1	5
3	3	0,2	1
∑	11	1,34286	6,33333

Normalizada				
H	1	2	3	VP
1	0,09091	0,10638	0,05263	0,08331
2	0,63636	0,74468	0,78947	0,72351
3	0,27273	0,14894	0,15789	0,19319

I	1	2	3
1	1	0,14286	0,2
2	7	1	3
3	5	0,33333	1
∑	13	1,47619	4,2

Normalizada				
I	1	2	3	VP
1	0,07692	0,09677	0,04762	0,07377
2	0,53846	0,67742	0,71429	0,64339
3	0,38462	0,22581	0,2381	0,28284

Figura 5: Matrizes de pesos e tabelas normalizadas. Fonte: Autores.

O resultado da soma das matrizes, o VP das matrizes normalizadas e a multiplicação de ambos resultam nas tabelas da Figura 6:

	A			B			C			D		
VP	0,08331	0,19319	0,72351	0,08331	0,19318606	0,72351	0,07143	0,1804	0,74816	0,06374	0,2674	0,66886
Somatória	11	6,33333	1,34286	11	6,33333333	1,34286	13	6,33333	1,31111	15	4,2	1,44444
	0,91639	1,22351	0,97157	0,91639	1,22351171	0,97157	0,92864	1,14255	0,98093	0,95604	1,12308	0,96614
	3,111463701			3,111463701			3,052108542			3		

	E			F			G			H		
VP	0,19319	0,72351	0,08331	0,08331	0,19318606	0,72351	0,07377	0,64339	0,28284	0,08331	0,72351	0,19319
Somatória	6,33333	1,34286	11	11	6,33333333	1,34286	13	1,47619	4,2	11	1,34286	6,33333
	1,22351	0,97157	0,91639	0,91639	1,22351171	0,97157	0,95904	0,94976	1,18792	0,91639	0,97157	1,22351
	3,111463701			3,111463701			3,096725804			3,111463701		

	I		
VP	0,07377	0,64339	0,28284
Somatória	13	1,47619	4,2
	0,95904	0,94976	1,18792
	3,096725804		

	A			B			C			D		
VP	0,08331	0,19319	0,72351	0,08331	0,19318606	0,72351	0,07143	0,1804	0,74816	0,06374	0,2674	0,66886
Somatória	11	6,33333	1,34286	11	6,33333333	1,34286	13	6,33333	1,31111	15	4,2	1,44444
	0,91639	1,22351	0,97157	0,91639	1,22351171	0,97157	0,92864	1,14255	0,98093	0,95604	1,12308	0,96614
	3,111463701			3,111463701			3,052108542			3		

	E			F			G			H		
VP	0,19319	0,72351	0,08331	0,08331	0,19318606	0,72351	0,07377	0,64339	0,28284	0,08331	0,72351	0,19319
Somatória	6,33333	1,34286	11	11	6,33333333	1,34286	13	1,47619	4,2	11	1,34286	6,33333
	1,22351	0,97157	0,91639	0,91639	1,22351171	0,97157	0,95904	0,94976	1,18792	0,91639	0,97157	1,22351
	3,111463701			3,111463701			3,096725804			3,111463701		

	I		
VP	0,07377	0,64339	0,28284
Somatória	13	1,47619	4,2
	0,95904	0,94976	1,18792
	3,096725804		

Figura 6: Resultados das somatórias das matrizes e médias das normalizadas e a multiplicação de ambos. Fonte: Autores.

Com esses dados, posteriormente, são calculados o índice de consistência e a taxa de consistência, mostradas na Figura 7.

CI	
a	0,05573
b	0,05573
c	0,02605
d	0,02263
e	0,05573
f	0,05573
g	0,04836
h	0,05573
i	0,04836

CR	
a	0,0960894
b	0,0960894
c	0,04492116
d	0,0390159
e	0,0960894
f	0,0960894
g	0,08338431
h	0,0960894
i	0,08338431

Figura 7: Índice e Taxa de Consistência. Fonte: Autores

Com os dados consistentes confirmados, é feita a multiplicação das matrizes para determinar qual localidade é mais adequada para a implantação do sítio heliportuário, demonstrada pela Figura 8:

VPa	VPb	VPc	VPd	VPe	VPf	VPg	VPh	VPi		VP Critério
0,08331	0,08331	0,11111	0,09091	0,19319	0,08331	0,07377	0,08331	0,07377	X	0,066399905
0,19319	0,19319	0,11111	0,45455	0,72351	0,19319	0,64339	0,72351	0,64339		0,305067201
0,72351	0,72351	0,77778	0,45455	0,08331	0,72351	0,28284	0,19319	0,28284		0,137616677
										0,036327505
										0,023936274
										0,137616677
										0,137616677
										0,137616677
										0,017802405

Figura 8: Multiplicação das matrizes de cada fator pela matriz VP Critério. Fonte: Autores.

A localidade mais adequada para implantação do sítio heliportuário dentre as três opções existentes é o ―Loteamento Industrial Coral‖, como pode ser visto na última linha da Figura 9.

VPa	VPb	VPc	VPd	VPe	VPf	VPg	VPh	VPi
0,08331	0,08331	0,11111	0,09091	0,19319	0,08331	0,07377	0,08331	0,07377
0,19319	0,19319	0,11111	0,45455	0,72351	0,19319	0,64339	0,72351	0,64339
0,72351	0,72351	0,77778	0,45455	0,08331	0,72351	0,28284	0,19319	0,28284

X

VP Critério
0,066399905
0,305067201
0,137616677
0,036327505
0,023936274
0,137616677
0,137616677
0,137616677
0,017802405

=

0,08856	Jd. Milena
0,34703	Jd. Paranavai
0,56441	**Lot. Industrial Coral**

Figura 9: Resultado da multiplicação das matrizes de cada fator pela matriz VP Critério. Fonte: Autores.

A Figura 10 indica a localização espacial do Loteamento Industrial Coral e sua proximidade com os demais heliportos já existentes e com o Aeroporto de São Paulo/Congonhas.



Figura 10: Localização do Loteamento Industrial Coral. Fonte: Google Maps, 2015.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que o critério com maior influência na escolha de sítio heliportuário foi o critério ―b‖ – aproximação e decolagem com o mínimo de obstrução. Ressalta-se que o resultado apresentado no método utilizado está de acordo com a percepção dos especialistas da área, pois esse critério foi indicado como aquele de maior grau de importância por todos os entrevistados.

É interessante notar que para uma cidade como São Paulo, onde há várias construções, tal item é de grande relevância para o planejamento de um heliporto, uma vez que prédios no entorno podem impedir a operação eficiente de determinado empreendimento.

Através do questionário e aplicação do método AHP foi possível verificar, para a realidade da grande São Paulo, qual dos itens tem a maior importância para a escolha de locais para construção de heliportos. Esse estudo com a ―hierarquização‖ de tais critérios poderá auxiliar equipes de gestão e planejamento ―heliportuário‖ na tomada de decisão, uma vez que nem Ashford *Et al.* (2011), nem Horonjeff *Et al.* (2010) determinam graus de importância de cada critério.

Portanto, pode-se entender que a ferramenta AHP foi adequada para tomada de decisão nessa análise multicritério, uma vez que, eram conhecidos os graus de relevância dos critérios a serem avaliados e as alternativas que foram levantadas como soluções possíveis.

Nesse sentido, apesar de não ter sido feito um estudo minucioso dos bairros

escolhidos, quanto às questões geológicas, à morfologia do solo, às questões sociais e ambientais, pois ultrapassaria o escopo deste trabalho, acredita-se que o bairro indicado nesta pesquisa como o mais adequado para a implantação de um heliporto atende aos critérios apontados como relevantes.

É importante ressaltar que os pesos dos critérios propostos por Horonjeff *Et al.* (2010) foram atribuídos pelos especialistas consultados através do questionário, já os pesos dos critérios aplicados nas três alternativas de bairros foram adotados pelos autores após análise do entorno das localidades consideradas e pesquisas relativas a valor de terreno, proximidade com rodovias, heliportos e indústrias.

6. REFERÊNCIAS

ANAC. (10 de Novembro de 2014). Helicóptero e Jatos Privados e Táxi Aéreo nas Capitais Brasileiras.

ANAC. (10 de Novembro de 2014). Lista de Aeródromos Privados.

ASHFORD, N. J., MUMAYIZ, S., WRIGHT, P. H. Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21st Century Airports. John Wiley & Sons, 2011.

BRANCO, V. D. M. S. C. Alternativas de configuração para um grande heliporto no Brasil. 2007.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Diário Oficial [da república Federativa do Brasil] Brasília, v. 124, n. 245, p. 19567-94, 1986.

DA SILVA BARROS, M., UFF, C. S. M., DE OLIVEIRA SOUZA, D. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso, 2009.

FIORIO, T. A., CORREIA, A. R. Uma medida do nível de serviço oferecido em terminais de passageiros em aeroportos. Artigo–XIII ENCITA–Instituto Tecnologico de Aeronautica–São José dos Campos, 2007.

HORONJEFF, R., MCKELVEY, F. X., SPROULE, W. J., YOUNG, S. B. Planning and Design of Airports. Granite Hill Publishers, 2010.

LENZ, E. Projeto de viabilidade econômico-financeira de um heliporto no município de São Paulo. 2014.

MACIEL FILHO, J. A. C. D. Tomada de decisão no uso de aeroportos regionais para o escoamento da produção da agricultura familiar em sua área de influência: um enfoque metodológico aplicado ao caso do aeroporto de Aracati- Ceará, 2013.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical Modelling, v. 9, n. 3, p. 161-176, 1987.

SAATY, T. L. Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks. RWS publications, 2005.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.