



Interdisciplinary

LINKSCIENCEPLACE

DOI: 10.17115

ISSN: 2358-8411

Scientific Journal



Interdisciplinary Scientific Journal. ISSN: 2358-8411

Nº 4, volume 4, article nº 15, October/December 2017

D.O.I: <http://dx.doi.org/10.17115/2358-8411/v4n4a15>

Accepted: 22/06/2017 Published: 30/12/2017

MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS IN DEFINING SERVICE LEVEL FOR CRISIS SITUATION IN OFFSHORE AIR TRANSPORT

ANÁLISE MULTICRITÉRIO À DECISÃO NA DEFINIÇÃO DE NÍVEL DE SERVIÇO PARA SITUAÇÃO DE CRISE NO TRANSPORTE AÉREO OFFSHORE

Eduardo Belmonte Möller¹

Petrobrás, Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Dalessandro Soares Vianna²

Doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil

Marcilene de Fátima Dianin Vianna³

Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Edwin Benito Mitacc Meza⁴

Doutorado em Computação pela Universidade Federal Fluminense, Brasil

Abstract: To size the fleet of aircraft for offshore air transport it is necessary to consider crisis situations due to frequent climatic problems. To define the acceptable service level, the multicriteria decision method AHP (Analytic Hierarchic Process) was used in this study, resulting in 4 criteria and 5 alternatives and consistency within the allowed. The highest priority composite alternative is service level where the scenario is 1 day with 3 airports in the basin closed; Situation in which the offshore air transport operation must recover transferred flights and normalize operations within 5 days. For future work, it is suggested that this level of service defined by the AHP method be applied to the oil company for the purposes of aircraft design and process control. This application can also serve as a basis for other work in commercial air transport, road transport strikes and others.

Keywords: AHP; offshore air transport; Service level to crisis.

¹ Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, eduardobmoller@gmail.com

² Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, dalessandrosoares@yahoo.com.br

³ Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, marcilenedianin@gmail.com

⁴ Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes-RJ, emitacc@id.uff.br

Resumo: O dimensionamento da frota de aeronaves para transporte aéreo *offshore* necessita considerar situações de crise devido a problemas climáticos que frequentemente ocorrem. Para definir o nível de serviço aceitável, foi utilizado neste estudo o método de análise multicritério à decisão AHP – *Analytic Hierarchic Process*, resultando em 4 critérios e 5 alternativas e consistência dentro do permitido. A alternativa de maior prioridade composta é a de nível de serviço em que o cenário é de 1 dia com 3 aeroportos da bacia fechados; situação em que a operação do transporte aéreo *offshore* deve recuperar voos transferidos e normalizar as operações em até 5 dias. Para trabalhos futuros, sugere-se que este nível de serviço definido pelo método AHP seja aplicado na empresa petrolífera para fins de dimensionamento de aeronaves e de controle de processo. Esta aplicação também pode servir como base para outros trabalhos em transporte aéreo comercial, greves de transportes rodoviários e outros.

Palavras-chave: AHP; Transporte Aéreo Offshore; Nível de Serviço para Situação de Crise.

INTRODUÇÃO

A exploração e produção de petróleo no Brasil é majoritariamente realizada na costa brasileira. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2017), o volume total de petróleo produzido no país aumentou significativamente, passando de 1,27 milhões de barris por dia (bpd) em 2000 para 2,60 milhões em 2016, como pode ser visto na Figura 1. Uma vez que a produção em terra diminuiu de 0,22 para 0,15 no período, a totalidade do crescimento de produção foi devido à produção em mar. Outra forma de ilustrar a participação da produção em mar no Brasil é apontar o crescimento de 83% em 2000 para 94% em 2016.

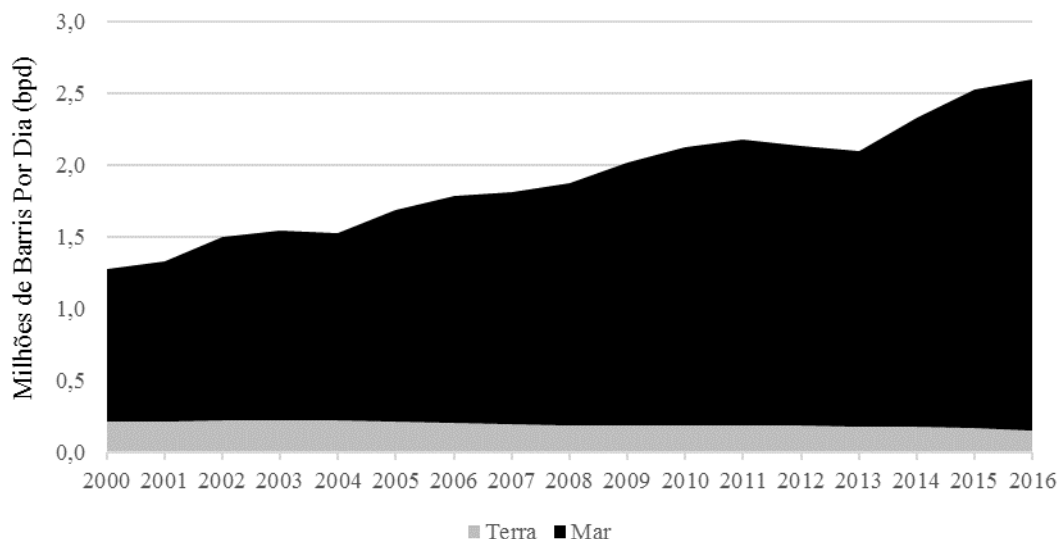


Figura 1: Produção de Petróleo no Brasil (milhões de bpd).

Fonte: ANP (2017).

Para possibilitar esta atividade econômica, é necessária uma logística a qual transporte pessoas de cidades no continente para unidades marítimas, como sondas, plataformas e unidades de manutenção de serviços. Atualmente, o helicóptero é o modal mais utilizado para este fim, apresentando boa eficiência devido à flexibilidade, rapidez e segurança. Contudo, este modal apresenta custos elevados de fretamento, tanto em seus custos fixos (disponibilidade para realizar os voos) quanto nas variáveis (hora de voo e consumo de QAV – querosene de aviação).

Portanto, conforme apontado por Sena et al. (2010), a otimização da rede logística de transporte de pessoas para trabalho em atividade *offshore* se apresenta como um tema economicamente relevante. Dentro da rede logística necessária para o transporte aéreo de pessoas *offshore*, existe a necessidade da etapa de planejamento da frota, tanto de seu tamanho quanto de sua composição (que modelos devem ser escolhidos para cada missão típica de transporte).

Segundo Rocha (2001), o planejamento da frota é um processo que visa o ajuste de seu dimensionamento para torna-la adequada a uma demanda e a um custo efetivo. O autor também aponta que este dimensionamento muitas vezes engloba decisões que envolvem *trade-offs* de curto e longo prazo, necessitando, portanto, estar alinhado à política e estratégia estabelecida pela companhia. Pode-se acrescentar que o dimensionamento deve atender a determinado nível de serviço de atendimento desta demanda.

Com o baixo preço atual dos barris de petróleo, que em um período de 2 anos já variou de 100 a 40 dólares, a empresa em estudo realiza um trabalho de redução de custos em todas as áreas. Neste contexto, mostra-se necessário que o nível de serviço do transporte aéreo seja redefinido no novo cenário do mercado petrolífero para que possa servir de base a um futuro dimensionamento de frota que o atenda.

Segundo Franke (2004), no cenário de empresas de transporte aéreo comercial, as LCC (*low-cost carriers*) reduzem seus custos ao oferecer o menor nível de serviço possível; enquanto que as companhias tradicionais normalmente gastam mais com suas frotas maiores e maior nível de serviço. No presente contexto, a empresa estudada objetiva mover-se da filosofia de atendimento das companhias tradicionais para a de LCC.

Uma vez que o nível de serviço abrange questões quantitativas e qualitativas, assim como sua definição resulta em diferentes impactos nas diferentes perspectivas, demanda-se o uso de um método estruturado para auxiliar nesta decisão. Segundo Costa et al. (2014), os métodos de Análise Multicritério à Decisão (AMD) começaram a ser adotados na década de 1970. Já para Rodriguez, Costa e Carmo (2013), o AMD se apresenta como uma

alternativa para a modelagem de casos em que a subjetividade, incertezas e ambiguidades estejam presentes, pois, ao abrir mão da inflexibilidade dos modelos de otimização, tem-se a possibilidade de incorporar os elementos não numéricos ao modelo – aproximando-o mais da realidade.

Dentre os problemas com múltiplos critérios, o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) é o método de AMD mais amplamente utilizado e conhecido no auxílio à tomada de decisão na resolução de conflitos negociados, sistematizando diferentes contextos com base matemática e capacidade de avaliar fatores qualitativos e quantitativos, sejam eles tangíveis ou intangíveis (BARBAROSOGLU, PINHAR, 1995; JANSEN, SHIMIZU, JANSEN, 2004; MARINS, SOUZA, BARROS, 2009; RODRIGUEZ, COSTA, CARMO, 2013; BELÉM et al., 2014).

Segundo Hernández et al. (2009), que realizou um estudo aplicado entre a logística reversa e o desempenho empresarial, entre os métodos de múltiplos critérios AHP e ANP (*Analytic Network Process*), o método mais eficiente é o AHP, o qual requer menor quantidade de julgamentos e diminui o consumo do recurso tempo – normalmente importante para o decisor. Saaty (2004) define o ANP como a generalização do AHP.

O objetivo deste trabalho é definir o nível de serviço para situação de crise do transporte aéreo *offshore*. O nível de serviço determina qual é o cenário específico que o transporte aéreo deve estar pronto para atender em períodos de crise.

Na Seção 1, o método AHP é apresentado. Nas Seções 2, 3, 4 e 5, respectivamente, o nível de serviço aplicado no transporte aéreo *offshore* para situações de crise é aprofundado, são apresentados os critérios e alternativas aplicados no trabalho, os resultados são demonstrados e, finalmente, a conclusão é exposta.

1. Auxílio Multicritério à Decisão - AHP

Saaty (1977) propõe o método AHP como uma forma de modelar problemas complexos através de hierarquias que estimulam a participação e interação entre as pessoas interessadas na decisão. Destaca que o método fornece a oportunidade de um envolvimento maior dos decisores tanto na estruturação quanto no processo de solução dos problemas. Também salienta que os julgamentos não são probabilisticamente independentes entre si – sua consistência precisa ser avaliada. Por isso, o método prevê uma análise de consistência e a revisitação dos julgamentos quando a consistência é inadequada.

Saaty (1990) escreve que a tarefa mais criativa no processo de tomada de decisão é a escolha dos fatores que são importantes para aquela decisão. Também diz que o processo de hierarquizar a decisão serve a dois propósitos: prover uma visão geral dos relacionamentos complexos que a decisão envolve e também ajudar o decisor a avaliar se as questões de cada nível são da mesma ordem de magnitude, para que possa comparar com acurácia os diferentes elementos.

O método AHP fornece soluções para múltiplas alternativas em função de diferentes critérios, que na maior parte dos casos são conflitantes (CAVALCANTE, ALMEIDA, 2004; COSTA et al., 2014). Para Belém et al. (2014), é importante ressaltar que o decisor tem influência das suas próprias experiências, paradigmas, pré-julgamentos e de pessoas com quem tem relação nos diferentes níveis hierárquicos. Desta forma, ao utilizar os julgamentos das pessoas, são adicionados mais elementos de complexidade do que é diretamente explícito em uma primeira leitura dos resultados da aplicação do AHP.

Segundo Saaty (2004), vive-se com a contradição de que é preciso consistência para capturar conhecimento sobre o mundo; porém, ao mesmo tempo, é preciso aceitar alterações e desconstruções nas pré-avaliações, para o caso de novas informações requererem que ideias sejam repensadas, mudando o que parecia ser o correto anteriormente. Segundo ele, a inconsistência precisa ter um espaço suficiente para tornar possível a mudança no entendimento consistente, mas apenas até o ponto em que preserva uma consistência de raciocínio – chegando no valor de 10% de inconsistência.

Segundo Saaty (1980), o método AHP engloba 7 etapas, detalhadas na sequência em adaptação de suas definições.

1.1. Construir a hierarquia de decisão

Consiste na decomposição do problema em uma hierarquia, composta no mínimo de um objetivo, critérios e alternativas – conforme exemplo da Figura 2.

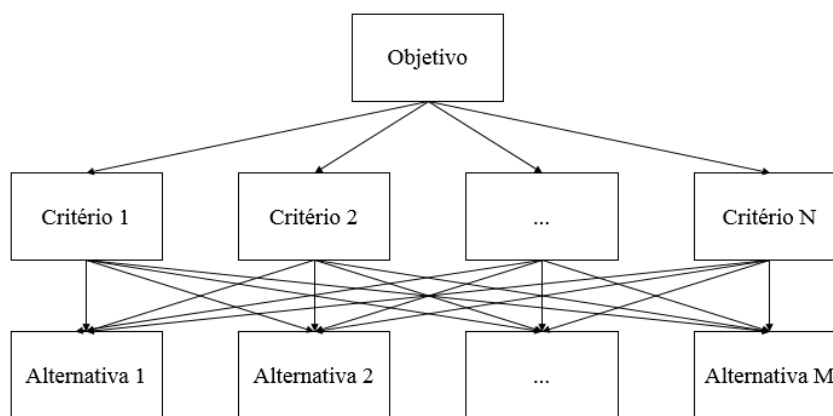


Figura 2 – Hierarquia adaptada de Saaty (1980).

1.2. Comparar os elementos da hierarquia

Etapa em que se estabelece a prioridade entre os elementos, baseado na escala fundamental de Saaty (1980) através da matriz de comparação. Nesta etapa, são comparados os critérios entre si (Tabela 1), que depois são normalizados.

Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty.

Valor	Importância	Descrição
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre outra	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou 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 intermediários	Condições intermediárias

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

Para completar a matriz de comparações A (n linhas \times n colunas, onde n é o número de critérios), é necessário dispor os critérios nas linhas e colunas para então responder à pergunta: qual é a importância do Critério i em relação ao Critério j ? E qual é a importância do Critério j em relação ao Critério i ? O valor de cada cruzamento é a razão entre a resposta da primeira pergunta e a resposta da segunda pergunta. Na diagonal principal, quando se compara um critério com ele mesmo, todos os valores são 1. Nos demais, são valores normalmente menores ou maiores do que 1. A Tabela 2 demonstra como são dispostas as comparações.

1.3. Estabelecer prioridade relativa de cada critério

Nesta etapa, os resultados da Matriz de Comparações são normalizados conforme a Equação 1; para depois se obter os valores das prioridades dos critérios conforme a Equação 2.

Tabela 2 – Matriz de Comparações

	Critério 1	Critério 2	Critério ...	Critério n
Critério 1	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}
Critério 2	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}
Critério ...	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}
Critério n	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}	a_{ij}/a_{ji}

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

$$a_{ij} \text{ normalizado} = \frac{a_{ij}}{\sum_j a_{ij}} \quad (1)$$

$$W_i = \frac{1}{j} * \sum_i a_{ij} \text{ normalizado} \quad (2)$$

1.4. Avaliar a consistência das prioridades relativas

Calcula-se a Razão de Consistência (RC) para medir os resultados em relação a outros juízos completamente aleatórios. Se o RC supera 0,1 (10%), os julgamentos são considerados não confiáveis por estarem demasiado próximos da aleatoriedade, conforme explicado anteriormente.

1.5. Construir a matriz de comparação paritária para cada critério

São realizados os julgamentos do conjunto de alternativas em relação a cada critério, normalizando os resultados posteriormente – da mesma forma que os passos descritos nas Seções 1.2 e 1.3. O resultado é Matriz de Comparação Paritária conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Matriz de Comparação Paritária

	Critério 1	Critério 2	Critério ...	Critério M
Alternativa 1	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$
Alternativa 2	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$
Alternativa ...	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$
Alternativa N	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$	$a_{norm_{ij}}$

Fonte: Adaptado de Saaty (1980).

1.6. Obter a prioridade composta para as alternativas

Nesta etapa, chega-se ao resultado entre as prioridades das alternativas em relação a cada critério e os pesos de cada critério, através da Equação 3. O produto final é o vetor de prioridades, que indica quais são as alternativas com os melhores julgamentos finais.

$$\text{Prioridades compostas} = \text{Matriz de Comparação Paritária} * w \quad (3)$$

1.7. Escolher a alternativa

De posse das prioridades compostas, a última etapa é a escolha efetiva de qual será a alternativa adotada. Em decisões colegiadas, empates ou diferenças pequenas podem levar a uma decisão diferente da simples escolha da alternativa de maior prioridade composta.

2. Nível de serviço aplicado no Transporte Aéreo *offshore* para situações de crise

Atualmente, a empresa tem uma definição de nível de serviço no transporte aéreo *offshore* de forma agregada. O principal indicador é o ITPAX – índice de transferência de passageiros –, que representa quantos passageiros tiveram seus voos transferidos de um dia para outro em função da impossibilidade de o transporte aéreo cumprir sua programação. Os motivos estão identificados e são medidos no sistema ERP da empresa e avaliados mensalmente.

Outro indicador de nível de serviço é o IPTA – índice de pontualidade do transporte aéreo. Da mesma forma que o ITPAX, os atrasos têm códigos de motivos de atrasos cadastrados no sistema, e estes são medidos e avaliados. Agregando estes dois indicadores há o IETA – índice de excelência do transporte aéreo –, que representa quantos passageiros não foram impactados no período em análise. Não impactados significa que não foram transferidos e não tiveram atrasos.

Na hierarquia de indicadores da empresa, o ITPAX está acima do IPTA e do IETA. Os motivos identificados são que a transferência gera um impacto maior para a operação – que não efetiva a troca de turma no dia planejado, impactando o cronograma de atividades dos especialistas que embarcam – e um maior custo, devido a horas extra dos profissionais que não desembarcam no dia planejado e despesas de hospedagem adicionais dos que não embarcam.

Ao estudar os resultados históricos e apreciações da equipe de análise de desempenho, percebe-se que os meses em que o ITPAX tem os piores resultados são os meses em que há problemas climáticos. A empresa conhece e tem um padrão de operação para os momentos de crise, que ocorrem quando um ou mais aeroportos permanecem sem voos por um ou mais dias inteiros. Os profissionais são transportados segundo uma lógica FIFO (*First in, First Out*): o voo transferido há mais tempo é o priorizado, enquanto os voos

mais atuais são atendidos apenas após a regularização do transporte dos voos de dias anteriores.

A Figura 3 representa esta lógica FIFO aplicada ao transporte aéreo para a alternativa de regularizar a demanda D de transporte de um dia de um aeroporto fechado em 5 dias. A parte superior da figura demonstra como seria a operação regular: 100% da demanda de cada dia sendo atendida no próprio dia demandado. A parte inferior informa que no dia 1 o aeroporto permaneceu fechado e nenhuma demanda foi atendida. Seguindo a lógica FIFO, no dia 2, a prioridade de atendimento é a demanda do dia 1. Depois de atendida 100% da demanda do dia 1, houve capacidade para atender 20% da demanda do dia 2. No mesmo raciocínio, no dia 3, atende-se os 80% faltantes do dia 2 e 40% do dia 3. Seguindo a figura, no dia 6 a demanda foi regularizada: 20% restante do dia 5 e 100% da necessidade de transporte do dia.

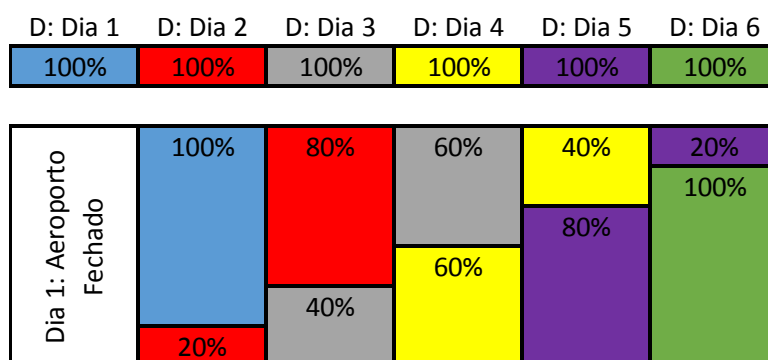


Figura 3 – Recuperação de voos transferidos segundo lógica FIFO.

Fonte: elaborado pelo autor.

Esta recuperação de voos é considerada essencial na atividade do transporte aéreo. Durante o período de recuperação de voos, como a demanda aumenta ao somar a demanda regular à demanda atrasada de dias anteriores, a frota necessária para absorver a demanda adicional é superior à frota para a demanda regular. Como os problemas climáticos e fechamento de aeroportos são recorrentes e variados, a empresa precisa estar preparada para estas situações de crise. Cabe ressaltar que na época de definição deste nível de serviço a empresa não trabalha com contratação temporária de aeronaves – apenas com contratos de períodos de 5 anos.

Apesar do conhecimento desta variabilidade e da necessidade de estar preparado para o período de crise, não há um cenário específico no qual o transporte aéreo deve estar preparado para enfrentar. Além de este cenário não estar definido, o dimensionamento da frota aérea tem alguns parâmetros que incluem margens de confiança que incrementam a

frota – mas sem relação direta com algum cenário específico de crise. O resultado é que há uma frota adicional para momentos de crise, mas não é conhecida que crise exata é esta.

3. Critérios e alternativas aplicadas

Os critérios foram definidos a partir de reuniões com especialistas. Foram considerados aspectos tanto de visão da área que realiza o transporte dos profissionais que trabalham embarcados quanto da área que necessita do serviço de transporte para poder desempenhar o seu trabalho. Foram levantados quatro critérios, dos quais um tem característica subjetiva e os demais podem ter seus valores calculados. Contudo, como o método AHP consiste de comparações par a par realizadas por pessoas, a mesma diferença numérica pode ter uma importância maior para um julgador do que para outro. Os critérios são apresentados na Seção 3.1.

Já as alternativas foram selecionadas de acordo com a realização de cálculos, análise histórica e reuniões entre os especialistas. Foram consideradas dentro do domínio de opções que a empresa considera aceitável, mesmo que haja outras de menor custo ou de melhor nível de serviço. As alternativas são apresentadas na Seção 3.2. Cada alternativa significa que a frota deve estar dimensionada e a operação deve estar devidamente preparada para a situação de crise em que há x aeroportos da bacia completamente fechados (sem a realização de voos) por y dias completos. A totalidade dos voos transferidos ao longo dos dias deve estar integralmente recuperada em até z dias. A Seção 3.3 demonstra a estrutura hierárquica do objetivo proposto.

3.1. Descrição dos Critérios

Foram definidos, juntamente com a equipe de especialistas, os seguintes critérios:

- Critério 1 – Passageiros com transferências. Impacto em termos de quantos passageiros são transferidos durante o período de crise por motivos climáticos.
- Critério 2 – Dificuldades operacionais nas unidades marítimas. Gravidade dos problemas operacionais nas unidades marítimas em função da demora para regularizar a troca de turma.

- Critério 3 – Abrangência de ocorrências: percentual descoberto pela alternativa. Percentil histórico de ocorrências que não é coberto pelo nível de serviço definido de cada alternativa.
- Critério 4 – Custo de aeronaves para recuperação. Cálculo do valor a ser gasto com aeronaves que compõem a frota para recuperar os voos não realizados nos períodos de aeroportos fechados.

3.2. Alternativas do Problema

Em conjunto com a equipe de especialistas, as seguintes alternativas foram estabelecidas:

- Alternativa 1 – Definição atual de dimensionamento e indefinição clara de nível de serviço para recuperação de voos durante períodos de crise.
- Alternativa 2 – Considera 3 aeroportos da bacia fechados por 2 dias completos com prazo máximo de 5 dias para a recuperação de voos e normalização das operações.
- Alternativa 3 – Considera 2 aeroportos da bacia fechados por 2 dias completos com prazo máximo de 5 dias para a recuperação de voos e normalização das operações.
- Alternativa 4 – Considera 3 aeroportos da bacia fechados por 1 dia completo com prazo máximo de 5 dias para a recuperação de voos e normalização das operações.
- Alternativa 5 – Considera 2 aeroportos da bacia fechados por 1 dia completo com prazo máximo de 5 dias para a recuperação de voos e normalização das operações.

3.3. Estrutura Hierárquica do problema abordado

A Figura 4 representa de forma esquemática qual é a hierarquia do método AHP aplicada no presente trabalho. A primeira linha representa o objetivo, a segunda os critérios e a terceira as alternativas.

4. Experimentos

Na revisão da literatura foi possível identificar dificuldades dos pesquisadores em conseguir a consistência necessária nos julgamentos. A maior dificuldade apontada ocorre quando é necessário repetir entrevistas para atingir o resultado final de forma consistente. De forma a evitar estes percalços, nesta pesquisa é realizada uma reunião de julgamento com todos os especialistas e gestores envolvidos na definição de nível de serviço do Transporte Aéreo Offshore. Na primeira parte da reunião, é realizada a comparação paritária entre os critérios. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

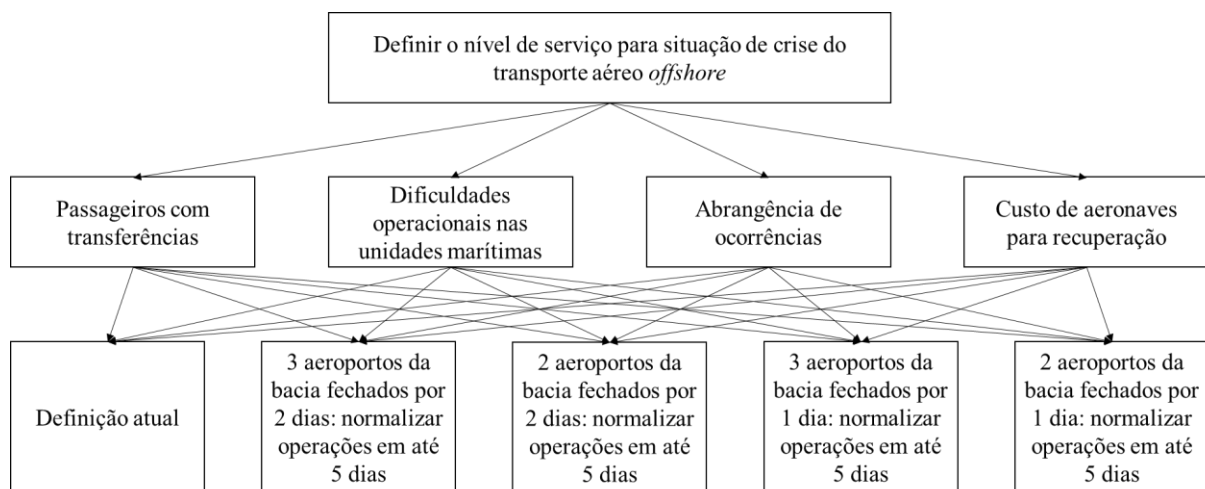


Figura 4 – Estrutura hierárquica do objetivo proposto.

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Matriz de comparação paritária e prioridades relativas

	Critérios				Prioridades	
	C1	C2	C3	C4	Relativas	
Critérios	C1	1	1/2	1/3	1/4	9,7%
	C2	2	1	1/2	1/3	16,4%
	C3	3	2	1	1	33,7%
	C4	4	3	1	1	40,1%
	Σ :	10,0	6,5	2,8	2,6	100,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando os resultados da Tabela 4, que contém tanto os julgamentos de cada critério quanto as prioridades relativas, chega-se à priorização do critério “Custo de Aeronaves para Recuperação”; seguido pelo critério “Abrangência de Ocorrências”. Os dois critérios somados correspondem a 73,8% da prioridade relativa dos critérios, representando quase três quartos da importância para o julgamento. Na sequência, há o critério “Dificuldades Operacionais nas Unidades Marítimas”, seguido de “Passageiros com Transferências”.

Os julgamentos da Tabela 4 são determinados e a razão de consistência é avaliada na mesma reunião pelos motivos explicados anteriormente. A avaliação é de que o processo provavelmente é facilitado desta forma, em reunião única. A razão de consistência final dos julgamentos da Tabela 4 resultou em 1,18%, abaixo do máximo de 10% estabelecido por Saaty (1980).

Após a etapa de avaliação da razão de consistência, é iniciada a etapa de julgamento das alternativas, que consistiu na segunda parte da reunião com especialistas e gestores. Foram determinados os julgamentos e avaliações de acordo com os argumentos pró e contra de cada alternativa; tendo inclusive ocorrido alterações de julgamentos em função das discussões. Ao final, o grupo reunido considerou que os julgamentos representam bem as prioridades de cada alternativa em relação a cada critério. Na sequência são apresentadas as Tabelas de 5 a 8 – todas as alternativas sendo comparadas em relação a cada critério. A1 representa a Alternativa 1; A2 a Alternativa 2 e assim sucessivamente.

Tabela 5 – Matriz de Comparação Paritária do Critério 1 – Passageiros com transferências

	A1	A2	A3	A4	A5	Prioridade
A1	1	2	3	4	5	41,8%
A2	1/2	1	2	3	4	26,4%
A3	1/3	1/2	1	1	3	14,2%
A4	1/4	1/3	1	1	2	11,3%
A5	1/5	1/4	1/3	1/2	1	6,3%

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Matriz de Comparação Paritária do Critério 2 – Dificuldades operacionais nas unidades marítimas

	A1	A2	A3	A4	A5	Prioridade
A1	1	2	3	3	4	39,5%

A2	1/2	1	2	2	3	23,9%
A3	1/3	1/2	1	1	2	13,3%
A4	1/3	1/2	1	1	4	16,2%
A5	1/4	1/3	1/2	1/4	1	7,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 7 – Matriz de Comparação Paritária do Critério 3 – Abrangência de ocorrências

	A1	A2	A3	A4	A5	Prioridade
A1	1	1	2	2	5	31,3%
A2	1	1	2	2	4	30,0%
A3	1/2	1/2	1	1	3	16,3%
A4	1/2	1/2	1	1	3	16,3%
A5	1/5	1/4	1/3	1/3	1	6,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 8 – Matriz de Comparação Paritária do Critério 4 – Custo de aeronaves para recuperação.

	A1	A2	A3	A4	A5	Prioridade
A1	1	1	1	0	0	4,5%
A2	1	1	1	0	0	4,5%
A3	2	2	1	0	0	7,2%
A4	8	8	7	1	1	40,4%
A5	9	9	8	1	1	43,4%

Fonte: elaborado pelo autor.

Avaliando-se as alternativas para cada critério, fica claro que as melhores alternativas no critério de custos estão entre as piores nos demais critérios. Na própria reunião de julgamento, estes resultados já eram esperados. As razões de consistência das Matrizes de Comparação Paritária dos critérios 1 a 4, foram, respectivamente, 1,55%, 2,51%, 0,34% e 1,07%; sendo todas dentro do limite máximo de 10% estabelecido por Saaty (1980). Para considerar todos os aspectos dos julgamentos, abrangendo as alternativas e critérios, é realizada a avaliação da Prioridade Composta das Alternativas, que é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 – Prioridade Composta das Alternativas

Alternativa	Prioridades Compostas
A4	25,4%
A1	22,9%
A5	21,3%
A2	18,4%
A3	12,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Finalmente, é realizado o produto das prioridades das alternativas com os pesos de cada critério, indicando os julgamentos finais. A maior prioridade composta é a da Alternativa 4 (A4), com o resultado de 25,4%. Na sequência, as maiores prioridades são as Alternativas 1, 5, 2 e 3. Na reunião de julgamentos, ao se deparar com estes resultados, durante a etapa final do método – a seleção da alternativa escolhida – a alternativa de maior prioridade, a 4, é definida como o nível de serviço do transporte aéreo *offshore*. Portanto, a frota de aeronaves da empresa estudada deve estar dimensionada e a operação deve estar devidamente preparada para a situação de crise em que há 3 aeroportos da bacia completamente fechados (sem a realização de voos) por 1 dia completo. A totalidade dos voos transferidos ao longo dos dias deve estar integralmente recuperada e a operação normalizada em até 5 dias.

5. Considerações Finais

Este trabalho aplica o método de análise multicritério à decisão AHP na resolução de um problema prático de uma empresa petrolífera que é definir o nível de serviço para situação de crise do transporte aéreo *offshore*. Este nível de serviço serve principalmente para definição de cenário base para dimensionamento de aeronaves da empresa petrolífera, servindo também para controle de se o nível de serviço é atendido em períodos de crise ou não.

Aplicando-se todas as etapas do método AHP, verificou-se consistência dentro do limite máximo de 10% definido por Saaty (1980). A escolha do nível de serviço significa que a frota deve estar dimensionada e a operação deve estar devidamente preparada para a situação de crise definida pelo método aplicado. A alternativa escolhida foi a Alternativa 4, que considera 3 aeroportos da bacia fechados por 1 dia completo com prazo máximo de 5 dias para a recuperação de voos e normalização das operações.

Para trabalhos futuros, sugere-se que este nível de serviço definido pelo método AHP seja aplicado na empresa petrolífera para fins de dimensionamento de aeronaves e de controle de processo. Esta aplicação também pode servir como base para outros trabalhos de definição de nível de serviço nas diferentes situações de crise que possam existir, seja em transporte aéreo comercial, greves de transportes rodoviários ou outras situações similares.

Referências

- ANP, Agência Nacional do Petróleo. Produção Nacional de Petróleo e LGN (barris equivalentes de petróleo). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/DADOS_ESTATISTICOS/Producao_Petroleo_LGN/Producao_Petroleo_bep.xls>. Acesso em: 12 fev. 2017.
- Costa, J. J., Lima, T. J. B., Meza, E. B. M., & Tammela, I. Uso do Método AHP Clássico para Auxiliar na Escolha de um Novo Curso Superior em um Campus da UFF no Interior. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p.1-12, ago. 2014.
- Sena, N. S.; & Ferreira Filho, V. J. M. Localização de Aeroportos para Transporte de Pessoas para Atividades de Exploração e Produção de Petróleo Offshore. Simpósio de Transporte Aéreo, Manaus, p.1-16, out. 2010.
- Rocha, P. P. F. Modelo de dimensionamento de frota de helicópteros para um sistema de distribuição física de pessoas voltado às atividades offshore de exploração de produção de uma bacia petrolífera: estudo de caso. 2001. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- Rodriguez, D. S. S., Costa, H. G., & Carmo, L. F. R. R. S. Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. Gestão & Produção, v. 20, n. 1, p.134-146, mar. 2013.
- Barbarosoglu, G., & Pinhas, D. Capital Rationing In The Public Sector Using The Analytic Hierarchy Process. The Engineering Economist, [s.l.], v. 40, n. 4, p.315-341, jan. 1995.
- Cavalcante, C. A. V., & Almeida, A. T. Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza. Pesquisa Operacional, [s.l.], v. 25, n. 2, p.279-296, ago. 2005.
- Jansen, L. K. C., Shimizu, T., & Jansen, J. U. Uma análise de investimentos considerando fatores intangíveis. Xxiv Encontro Nac. de Eng. de Produção, Florianópolis, v. 14, n. 1, p.2256-2263, nov. 2004.

- Hernández, C. T., Marins, F. A. S., Durán, J. A. R., & Rocha, P. M. Utilização do AHP e do ANP para Avaliar a Relação entre a Logística Reversa e o Desempenho Empresarial: Um Estudo no Setor Automotivo Brasileiro. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Porto Seguro*, v. 41, n. 1, p.1812-1823, set. 2009.
- Franke, M. Competition between network carriers and low-cost carriers—retreat battle or breakthrough to a new level of efficiency? *Journal Of Air Transport Management*, v. 10, n. 1, p.15-21, jan. 2004.
- Marins, C. S., Souza, D. O., & Barros, M. S. O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais: Um Estudo de Caso. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Porto Seguro*, v. 41, n. 1, p.1778-1788, set. 2009.
- Saaty, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal Of Mathematical Psychology*, v. 15, n. 3, p.234-281, jun. 1977.
- Saaty, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
- Saaty, T. L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal Of Operational Research*, [s.l.], v. 48, n. 1, p.9-26, set. 1990.
- Saaty, T. L. Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal Of Systems Science And Systems Engineering*, [s.l.], v. 13, n. 1, p.1-35, mar. 2004.