

A LOGÍSTICA DA CARGA AÉREA EM AEROPORTOS REGIONAIS COMO POLO DE DESENVOLVIMENTO E INTEGRAÇÃO

Emilia Maria Mendonça Parentoni

SUESC – Sociedade Unificada de Ensino Superior e Cultura/ RJ
Rua General Caldwell, 197 – RJ - Brasil, +55 21 999828706, eparentoni@gmail.com

Ricardo Rodrigues Pacheco

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Ilha do Fundão – Rio de Janeiro - Brasil, +55 21 996273288, rpacheco48@gmail.com

RESUMO

O presente estudo visa apresentar os múltiplos esforços que se estão realizando, por parte de instituições governamentais e de grupos de pesquisa para a implantação do plano nacional de logística (PNL) nos aeroportos regionais brasileiros, pois a eficiência da infraestrutura aeroportuária disponível possui um impacto direto no desenvolvimento socioeconômico de uma região. Assim sendo, surge a necessidade da implantação de políticas, práticas e apoio governamental, para estimular o uso de aeroportos regionais como polo gerador de desenvolvimento sustentável nas regiões do seu entorno. E a escolha do local é fundamental para que esses objetivos sejam alcançados. Será apresentado exemplo hipotético de como se utilizar um modelo matemático de fatores críticos (LSR) na tomada de decisão sobre a escolha do melhor local aonde possui um aeroporto regional para se implantar um terminal de carga aérea.

ABSTRACT

This study aims to present the many efforts that are being carried out, by government institutions and research groups for the implementation of the national logistics plan (PNL) in Brazilian regional airports, because the efficiency of available airport infrastructure has a direct impact the socio-economic development of a region. Thus arises the need to implement politics, practices and government support to encourage the use of regional airports as a hub generator of sustainable development in the regions of its surroundings. And the choice of location is essential for these objectives to be achieved. It will be presented hypothetical example of how to use a mathematical model of critical factors (LSR - Linear Scoring Rule) in decision making on choosing the best place where has a regional airport to deploy an air cargo terminal.

Palavras Chaves: Aeroporto Regional, Políticas, Desenvolvimento, Transporte, Carga aérea.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico ocorrido nos últimos anos em países ditos de primeiro mundo vem do resultado de suas exportações e não do comércio interno, pois o crescimento econômico é influenciado pelo tipo de produto exportado e quanto maior o nível de exportação de um país, suas taxas de crescimento são maiores.

O Transporte Aéreo é um setor em evolução contínua influenciado por múltiplos fatores, principalmente de ordem econômica, estando assim suas previsões sujeitas a um relativo grau de incerteza. Dessa forma, o acompanhamento e a avaliação permanente de fatores, tanto econômicos quanto específicos do transporte aéreo, se faz essencial para explicar o comportamento do setor. E o Brasil vem desenvolvendo várias estratégias para melhorar o seu desempenho com relação à movimentação física de passageiros e da carga.

No momento em que o transporte aéreo passou a ter um grande apelo é necessário a implantação de uma infraestrutura adequada e que possa competir com os padrões aceitos mundialmente. Para tanto, o governo federal brasileiro criou, em 2012, um programa denominado PDAR – Programa de Desenvolvimento da Aviação Regional para atender aeroportos regionais de pequeno ou médio porte. Esse programa tem por objetivo elevar o número de frequências das rotas regionais operadas regularmente e aumentar o número de cidades e rotas atendidas por transporte aéreo regular de passageiros.

O programa deve elevar o número de frequências das rotas regionais operadas regularmente e aumentar o número de cidades e rotas atendidas por transporte aéreo regular de passageiros, com prioridade aos residentes nas regiões menos desenvolvidas do País. A Lei nº 13.097, que trata da questão dos subsídios à aviação regional, foi sancionada em 19 de janeiro de 2015 e agora aguarda regulamentação do Poder Executivo.

A lei tramitou no Congresso Nacional como Medida Provisória 656/14. O texto previa o subsídio de 50% da ocupação da aeronave ou até 60 passageiros em todo o país (à exceção da Amazônia Legal); e subsídios nas tarifas e rotas em aeroportos com movimentação anual de 600 mil passageiros (800 mil na Amazônia Legal).

A carga aérea começou sendo transportada como subproduto do transporte aéreo de passageiros e sua receita era considerada apenas como lucro marginal pelas empresas. Agora ela é vista como um negócio lucrativo e as maiores empresas aéreas do mundo criaram unidades de negócios próprias em carga aérea.

2. LOGÍSTICA DA CARGA AÉREA

Uma particularidade deste segmento é o seu maior dinamismo, pois a carga não necessita de um rigor tão grande no cumprimento da grade prevista e também não possui as mesmas regulamentações do setor de passageiros. Assim sendo, não são raros os cancelamentos de voos por falta de demanda em um determinado momento. Apesar de, teoricamente, significar que foi evitado um prejuízo, isto não diminui o impacto negativo que tal opção traz à imagem da empresa operadora.

2.1 Mercado de Carga Aérea no Brasil

O segmento de carga aérea tem apontado um crescimento acima do segmento de passageiros e estudos da *International Civil Aviation Organization* (ICAO) mostram que esta é uma tendência, ou seja, parte deste crescimento se deve à globalização do mercado, onde Brasil tem se inserido cada vez mais, aumentando assim a movimentação de carga nos terminais de carga que estão localizados em grandes centros urbanos, onde a dificuldade de movimentação de carga está cada vez mais acentuada, existindo então a necessidade de uma política de planejamento para o escoamento da carga aérea. Com esse crescimento da demanda da carga aérea surge a necessidade de se construir ou revitalizar os aeroportos regionais, que são localizados próximos aos grandes centros e que possuam condições de intermodalidade.

2.2 Programa de Aviação Regional

A expansão da aviação regional é um passo lógico da política nacional de aviação civil, que começou com a transferência do setor dos militares para os civis e prosseguiu com a quebra do monopólio estatal da gestão de aeroportos, pois com a concessão dos grandes aeroportos nacionais para a iniciativa privada, o governo federal não apenas permitiu a rápida recuperação e ampliação da infraestrutura aeroportuária nacional, como também criou um

instrumento para financiar a aviação regional, uma vez que, com os recursos provenientes da outorga dos aeroportos concedidos e com parte das tarifas aeroportuárias o governo alimenta o Fundo Nacional de Aviação Civil (Fnac). Os recursos deste fundo também são usados no programa de aviação regional.

O relatório denominado Aviação Regional Conectando o Brasil, confeccionado pela Secretaria de Aviação Civil (SAC) no ano de 2015, teve por objetivo elucidar aos estudiosos da área de transportes a necessidade de dotar o Brasil de uma rede de aeroportos regionais operando a preços competitivos para solucionar o gargalo ao desenvolvimento nacional e também democratizar o transporte no país. Em 2012, ainda no governo da presidente Dilma, foi lançado o Programa de Aviação Regional (PDAR) tinha por objetivo ampliar, reformar e/ou construir 270 aeroportos, que estivessem a 100 quilômetros ou menos de um aeroporto com condições de operar voos regulares. Porém, com o *impeachment* da presidente Dilma Rousseff, o atual governo federal decidiu cortar drasticamente o programa de investimentos federais em aviação regional, reduzindo de 270 para 53, segundo o atual ministério de Transportes, Aviação Civil e Portos.

O Programa de Aviação Regional foi estruturado em quatro eixos principais:

- Infraestrutura;
- Gestão;
- Capacitação; e
- Incentivos.

O foco é dotar os municípios selecionados de uma infraestrutura aeroportuária de boa qualidade, por meio da reforma e ampliação dos aeroportos existentes e da construção de novos aeroportos nas localidades sem aeroportos no momento. A seleção dos aeroportos, no universo de 5.565 municípios brasileiros, começou com a definição de quatro critérios:

- Socioeconômico – polos de desenvolvimento regional, de acordo com o IBGE
- Turístico – destinos indutores do turismo, segundo o Ministério do Turismo
- Integração nacional – municípios com baixo ou nenhum acesso por outros modais de transporte
- Espacial – com o objetivo de cobrir todo o território nacional

3. AEROPORTOS REGIONAIS BRASILEIROS

O Brasil está passando por um processo de mudança onde as empresas estão optando por sair dos grandes centros brasileiros e migrando para as cidades de médio porte em busca de benefícios e melhores condições de implantação devido ao crescimento da chamada classe média no interior, criando assim novas demandas por transporte. Aliado a isso, um outro fator de extrema importância, a ser ressaltado, é o fato do país ainda conviver com a ineficiência do modo de transporte mais utilizado na distribuição de mercadorias, que é o rodoviário, um modelo majoritário de distribuição que já é ineficiente para cargas de ciclo curto, perecíveis, e é inseguro quando se trata de produtos de alto valor. Isso explica o aumento pelo mercado de transporte de carga aéreo.

3.1 Potencial Econômico da Região

Segundo Pita (2014), em pesquisas realizadas foram analisados dados sobre o desenvolvimento das localidades brasileiras que possuem aeroportos regionais em relação ao seu potencial econômico e esse levantamento teve como base os terminais contemplados no "Programa de Investimentos em Logística: Aeroportos", do governo brasileiro, a partir do qual foi elencado o *ranking* com uma lista dos 100 aeroportos regionais mais bem pontuados, de acordo com os seguintes critérios:

- Infraestrutura;
- Localização;
- Transporte de passageiros;
- Transporte de cargas;
- Hospedagem;
- Varejo; e
- Educação.

A tabela 1 apresenta o resultado da pesquisa dos 10 municípios que possuem melhor índice de desenvolvimento econômico calculado a partir do Índice de Qualidade Mercadológica (IQM) e onde estão localizados, unidades da federação (UF) ou estados brasileiros, os aeroportos regionais mais bem pontuados em relação aos 100 selecionados.

Tabela 1 – Os 10 Aeroportos regionais brasileiros em termos de desenvolvimento econômico
Fonte: Adaptado de Pina, M (2014)

Ranking	Município	UF	IQM
1º	São José dos Campos	SP	71,87
2º	Ribeirão Preto	SP	50,39
3º	Joinville	SC	50,09
4º	Campos dos Goytacazes	RJ	49,38
5º	Uberlândia	MG	49,18
6º	Maringá	PR	47,11
7º	Cacavell	PR	44,70
8º	Londrina	PR	44,26
9º	Caxias do Sul	RS	43,39
10º	Foz do Iguaçu	PR	42,77

De acordo com a pesquisa, o aeroporto de São José dos Campos (SP) é o que conta com maior potencial de desenvolvimento, o IQM – Índice de Qualidade Mercadológicas (71,87 pontos), seguido pelo de Ribeirão Preto (SP) (50,39 pontos), Joinville (SC) (50,09 pontos), Campos dos Goytacazes (RJ) (49,38 pontos) e Uberlândia (MG) (49,18 pontos). Dentre os dez (10) aeroportos com maior potencial de desenvolvimento, quatro estão localizados na região Sudeste e seis na região Sul, do Brasil.

Ainda em relação a pesquisa, dos aeroportos estudados o mais bem posicionado da região Centro-Oeste do País é o de Anápolis, no estado de Goiás (GO), que aparece na 12ª posição. O aeroporto de Campina Grande, na Paraíba (PB) é o 14º, sendo o melhor posicionado no

ranking entre os aeroportos da região Nordeste, e são os dois únicos entre os 20 melhores colocados que não são da região Sul e Sudeste do Brasil. O aeroporto de Santarém (PA), está na 22ª colocação, é o melhor ranqueado da região Norte.

3.2 Aeroportos para a Amazônia

Tendo em vista o resultado apresentado pelo estudo sobre os 100 aeroportos regionais que serão beneficiados pelo PAR, os aeroportos da região Norte do país, também conhecida como Amazônia Legal não apresentam uma representação entre os 20 primeiros com melhor (IQM). Estamos apresentando na tabela 2 a lista dos aeroportos da região Norte e suas colocações:

Tabela 2 - Aeroportos regionais brasileiros em termos de desenvolvimento econômico na região Norte
Fonte: Adaptado de Pina, M (2014)

Ranking	Município	UF	IQM
22°	Santarém	PA	35,36
24°	Parauapebas	PA	34,59
43°	Araguaina	TO	28,27
44°	Cacoal	RO	27,82
46°	Altamira	PA	27,74
48°	Marabá	PA	27,45
51°	Vilhena	RO	26,83
61°	Ji-Paraná	RO	24,63
65°	Cruzeiro do Sul	AC	23,54
66°	Parintins	AM	23,33
74°	Tucuruí	PA	21,32
82°	Tefê	AM	20,47
92°	Gurupi	TO	19,27
94°	Coari	AM	19,24

Pudemos observar que existe a necessidade de um maior investimento na logística da carga aérea em aeroportos regionais no norte do país para mudar o quadro apresentado, onde a região continua nas últimas colocações do *ranking* tendo dificuldades se desenvolver e se integrar interna e externamente.

3.2.1 Amazônia Legal – Polo de Desenvolvimento e Integração

O processo de desenvolvimento econômico não ocorre de maneira igual e simultânea em toda a parte. Pelo contrário, é um processo bastante irregular e que, uma vez iniciado em determinados pontos, possui a característica de fortalecer áreas/regiões mais dinâmicas e que apresentam maior potencial de crescimento. Assim, a dinâmica econômica regional torna-se objeto de estudo bastante complexo, dadas as inter-relações existentes dentro e entre diferentes localidades e sua importância para a coesão da economia.

O objetivo aqui não é realizar uma avaliação crítica destas teorias, nem buscar seus pontos em comum. Diz respeito apenas a apresentar suas principais idéias e identificar as principais

implicações de políticas econômicas das mesmas, analisando como estas influenciaram o planejamento regional no Brasil

A Amazônia Legal tem 5 milhões de quilômetros quadrados, uma área equivalente a 60% do território nacional ou à União Europeia inteira. Os 28 milhões de habitantes da região calculam as distâncias em dias de barco ou horas de voo. As estradas, quando existem, são precárias, e sua construção tem tradicionalmente deixado um rastro de devastação ambiental sem trazer o equivalente em riquezas para a região. Seu imenso potencial turístico continua inexplorado por falta de acesso. Diante destas afirmativas, o Programa de Aviação Regional (PAR) pensou num programa de logística para atender às características específicas da Amazônia, área do país mais carente de um sistema de transportes. Serão 67 aeroportos beneficiados na região. O subsídio de passagens para voos regionais na Amazônia será de 100% dos assentos para aviões de até 60 lugares e o critério para definir aeroporto regional na Amazônia também muda em relação ao resto do país.

Quando precisamos encontrar a melhor localização para a implantação de um terminal de carga agregado a um aeroporto regional para que a região possa se desenvolver social e economicamente é necessário a utilização de algum método de análise para o estudo da viabilidade. Assim sendo, visamos deixar no presente artigo uma contribuição apresentando um modelo matemático utilizado para problemas de escolha de localização baseado na análise crítica de critérios pré-determinados, o LSR - *Linear Scoring Rule* que ajuda na escolha do estabelecimento de prioridades.

4. MÉTODO LSR – *LINEAR SCORING RULE*

Na escolha de localidades para se implantar um novo empreendimento é necessário um método que apresente um resultado em relação a múltiplos fatores. Desta forma, pretendemos apresentar o LSR, que é um método de análise aplicado para esse fim e para melhor entendimento será apresentado um exemplo hipotético.

A avaliação e ponderação linear, *linear scoring rule* (LSR), permite avaliar fatores de caráter quantitativo e qualitativo que, ponderados, permitem determinar se uma localização se destaca das restantes, em relação aos fatores considerados. A qualidade da avaliação depende desses fatores e respectivos pesos serem ou não adequados e do rigor da avaliação das alternativas. O LSR abrange um grande número de fatores, usando uma matemática simples.

Este método desenvolve-se em quatro passos, sempre com o objetivo de informar a decisão de selecionar uma localização. Primeiramente, é necessário identificar os vários fatores relevantes para a tomada de decisão entre as várias alternativas apresentadas, tendo como preocupação, incluir, sempre que possível, os fatores de maior importância, possibilitando, posteriormente, uma observação das diferenças significativas entre as várias localizações.

O segundo passo é atribuir, a cada fator, uma ponderação, com uma ou duas casas decimais, numa escala de zero a um. Estas ponderações devem ser proporcionais à sua importância na tomada de decisão, isto é, um fator com um peso de 0,4 é quatro vezes mais relevante na tomada de decisão que um fator com um peso igual a 0,1. O somatório dos pesos atribuídos aos vários fatores deve ser igual a um.

Analisando um fator de cada vez, deve-se classificar todas as localizações em relação a esse mesmo fator, numa escala de zero a dez ou zero a cem, em que a classificação deve apresentar também uma lógica de proporção, ou seja, uma localização que tenha 4 de classificação deve ser duas vezes melhor que uma outra classificada com 2. Por exemplo, caso o fator em análise

seja custos, uma localização classificada com 4, é uma alternativa duas vezes pior que outra classificada com 2. Um aspecto importante nesta fase da análise, é o fato de não utilizar classificações ordinais, tais como 10 para a melhor localização, 9 para a segunda melhor e assim sucessivamente, uma vez que médias ponderadas de classificações ordinais não têm nenhum significado.

Por último, é necessário obter uma classificação final de cada localização, multiplicando a classificação relativa a cada fator pelo peso desse mesmo fator e somando os valores obtidos.

Quando se recorre ao método LSR, se está assumindo algumas suposições, que não necessitam de ser satisfeitas exatamente para que o método seja útil. No entanto, devem ser satisfeitas razoavelmente, para que os resultados sejam válidos. Um fator que apresente uma boa classificação pode compensar outro com uma má classificação. Assim, pode-se afirmar que todas as alternativas são no mínimo aceitáveis. Caso uma alternativa seja inaceitável em relação a algum fator, essa alternativa é excluída do processo de avaliação (Martinich, 1997).

A teoria do método LSR apresenta dois tipos de Seleção para escolha de localização:

1. Seleção Sistemática do Local para uma instalação
2. Seleção do local pela teoria dos conjuntos difusos

Vamos exemplificar como utilizar o método apresentando um modelo hipotético no item 4.2

4.1 Seleção Sistemática do Local para uma Instalação

No problema de seleção sistemática da localização de uma instalação deve-se levar em consideração, tanto fatores de ordem quantitativa como qualitativa, de ordem subjetiva. Este tipo de problema normalmente é resolvido em várias fases. Na Fase 1, desenvolvem-se várias alternativas viáveis, na Fase 2, as alternativas são reduzidas a três ou quatro melhores. E Por fim, na Fase 3, efetua-se a seleção do local preferido. (Tompkins et al., 1984).

4.2 Seleção do Local pela Teoria dos Conjuntos Difusos (*Fuzzy Set Theory*)

A teoria dos conjuntos difusos, *fuzzy set theory*, pode ser aplicada na análise de localizações, tendo como objetivos a maximização da utilização dos recursos e a minimização do custo total. Esta teoria é utilizada na análise da seleção de locais que apresentem atributos subjetivos, normalmente expressos em termos qualitativos. Estes atributos, sendo difíceis de incorporar na análise de seleção do melhor local, devido às avaliações qualitativas que envolvem, são convertidos em avaliações quantitativas, permitindo, assim, medir as suas contribuições (Sule, 2001).

Os critérios subjetivos, sendo expressos através de atributos linguísticos, são normalmente definidos em termos de muito baixo, baixo, bom, muito bom, médio, alto, entre outros semelhantes. Estes atributos são convertidos em avaliações quantitativas, que, geralmente, apresentam uma forma triangular ou trapezoidal, com pesos diferentes (Sule, 2001).

Através da teoria dos conjuntos difusos, a seleção de um local pode ser determinada a partir de vários critérios. Assim sendo, considere o seguinte exemplo: Quatro gestores, querem escolher uma cidade com aeroportos regionais existentes e/ou potenciais de entre três alternativas (A, B, C), para a instalação de um terminal de carga aéreo.

O primeiro passo na aplicação desta técnica é dividir os critérios (C_i) em duas categorias: objetivos e subjetivos. O segundo passo é atribuir um peso linguístico a cada critério local, determinando-se, posteriormente, os pesos numéricos dos respectivos atributos. Os dois últimos passos envolvem a avaliação de cada cidade em relação a cada critério subjetivo e a análise do critério objetivo, com o respectivo cálculo dos índices de adequabilidade difusos, obtendo-se assim, a classificação final de cada local (Sule, 2001).

Critérios subjetivos:

C_1 . Acessibilidade e infraestruturas de desenvolvimento urbano

C_2 . Dimensão do aeroporto regional

C_3 . Necessidade do terminal de carga aéreo

C_4 . Potencialidade de compra da população

C_5 . Condições climáticas

Critérios objetivos:

C_6 . Investimento necessário para construir o terminal de carga e empregar o pessoal necessário, incluindo:

a. Custo do terreno

b. Custo dos equipamentos para o terminal de carga

c. Custo da mão-de-obra

4.2.1 Avaliação do Peso Relativo dos Critérios

Os pesos de cada critério foram, segundo os gestores, expressos em termos de Muito Importante (MI), Importante (I), Normal (N), Fraco (F) e Muito Fraco (MF). Sabendo que estes critérios são subjetivos e que necessitam de uma avaliação quantitativa, os mesmos apresentam os seguintes pesos numéricos. (Tabela 1)

Tabela 1. Atribuição do peso numérico aos vários atributos linguísticos.
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Atributo linguístico	Peso numérico
MF	(0; 0,1; 0,1; 0,4)
F	(0; 0,4; 0,4; 0,6)
N	(0,3; 0,6; 0,6; 0,9)
I	(0,6; 0,8; 0,8; 1)
MI	(0,8; 1; 1; 1)

Por observação da Tabela 1, o atributo linguístico Muito Fraco (MF), por exemplo, tem um peso que varia entre 0 e 0,4 na tomada de decisão. Supondo que existem quatro valores monetários para a classificação desse atributo, R\$250, R\$300, R\$400 e R\$500, estes podem ser interpretados em termos da distribuição trapezoidal, o que corresponde a dizer que o valor inferior, R\$250, tem um peso igual a 0; o primeiro ponto médio, R\$300, tem um peso igual a

0,1; o segundo ponto médio, R\$400, tem um peso igual a 0,1; e o valor superior, R\$500, tem um peso igual a 0,4. Assim, e desta forma, os números do conjunto difuso trapezoidal são fáceis de serem interpretados. (Sule, 2001)

Considerando que cada gestor (G_i) é perito em tomadas de decisão, cada um deles atribui uma classificação linguística a cada critério, seja ele objetivo ou subjetivo, e mostra a sua avaliação subjetiva da importância de cada critério. (Sule, 2001)

Tabela 2. Atribuição do peso linguístico, por parte dos quatro gestores, para cada critério
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

	G1	G2	G3	G4
C1	MI	F	N	I
C2	N	MF	I	F
C3	I	N	I	F
C4	N	I	F	N
C5	F	I	F	N
C6	I	N	MI	I

Através das classificações linguísticas, atribuídas por cada gestor para cada critério, obtém-se uma nova distribuição trapezoidal, com um peso mínimo, dois valores modais e um valor de peso máximo. Sule (2001)

Com base nas duas tabelas anteriores, o limite inferior agregado das classificações de todos os gestores para o critério 1, C_1 é:

$$\text{Limite inferior} = (MI + F + N + I) / 4 = (0,8 + 0 + 0,3 + 0,6) / 4 = 0,425$$

Do mesmo modo, para a sequência do mesmo critério de decisão, os dois valores médios e o limite superior são:

$$1^{\text{º}} \text{ valor médio} = (MI + F + N + I) / 4 = (1 + 0,4 + 0,6 + 0,8) / 4 = 0,7$$

$$2^{\text{º}} \text{ valor médio} = (MI + F + N + I) / 4 = (1 + 0,4 + 0,6 + 0,8) / 4 = 0,7$$

$$\text{Limite superior} = (MI + F + N + I) / 4 = (1 + 0,6 + 0,9 + 1) / 4 = 0,875$$

Obsevando-se as opiniões dos quatro gestores, o peso do critério 1 (W_{C1}) tem assim uma nova distribuição:

$$W_{C1} = (0,425; 0,7; 0,7; 0,875)$$

De forma semelhante, os pesos dos outros critérios são:

$$W_{C2} = (0,225; 0,475; 0,475; 0,725)$$

$$W_{C3} = (0,375; 0,65; 0,65; 0,875)$$

$$W_{C4} = (0,3; 0,6; 0,6; 0,85)$$

$$W_{C5} = (0,225; 0,55; 0,55; 0,775)$$

$$W_{C6} = (0,575; 0,8; 0,8; 0,975)$$

4.2.2 Critérios Subjetivos

Nesta fase da aplicação da teoria dos conjuntos difusos, é avaliado, por parte dos gestores da empresa, cada critério, relativamente a cada alternativa de localização (A, B, C). As avaliações, relativamente a cada uma das cidades, sendo expressas através de atributos linguísticos, podem ter uma classificação entre dois grandes pesos (Sule, 2001). Assim, é necessário conhecer os pesos numéricos dos vários atributos linguísticos, os quais se encontram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Atributos linguísticos e respectivos pesos numéricos.
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Atributo linguístico	Peso numérico
Muito fraco (MF)	(0; 0; 0; 0,3)
Entre muito fraco e fraco (EMF e F)	(0; 0,3; 0,3; 0,5)
Fraco (F)	(0; 0,3; 0,3; 0,5)
Entre fraco e médio (EF e M)	(0; 0,3; 0,6; 0,8)
Médio (M)	(0,4; 0,6; 0,6; 0,8)
Entre médio e bom (EM e B)	(0,4; 0,6; 0,9; 1)
Bom (B)	(0,7; 0,9; 0,9; 1)
Entre bom e muito bom (EB e MB)	(0,7; 0,9; 0,9; 1)
Muito bom (MB)	(0,9; 1; 1; 1)

Uma vez conhecidos os pesos numéricos para cada atributo linguístico, é necessário avaliar-se cada cidade em relação a cada critério específico, como representado na Tabela 4.

Tabela 4. Avaliação das três cidades em relação a cada critério.
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

	G1	G2	G3	G4
AC1	MB	M	EB e MB	EMF e F
BC1	B	EF e M	EM e B	M
CC1	EB e MB	F	EM e B	EF e M
AC2	B	M	M	F
BC2	EM e B	EF e M	EM e B	MB
CC2	B	B	B	EMF e F
AC3	MB	M	MB	EB e MB
BC3	EF e M	B	B	M
CC3	F	F	EM e B	F
AC4	B	MF	B	EF e M
BC4	EM e B	M	F	EM e B
CC4	EF e M	EM e B	M	B
AC5	MF	F	MB	B
BC5	MB	EMF e F	M	EM e B
CC5	EM e B	M	EM e B	F

Através da observação da tabela 4, (AC₁) representa a avaliação da cidade A, por parte de cada gestor (G_i) relativamente ao critério (C₁) acessibilidade e infraestruturas de

desenvolvimento urbano. Para as restantes cidades e critérios, a nomenclatura é análoga. Seguindo o procedimento anteriormente utilizado na determinação do peso dos critérios objetivos e subjetivos, é necessário determinar o valor do peso do limite superior, médio, e inferior para cada localização e para cada critério.

Com base nas tabelas anteriores, para (AC_1), o valor destas avaliações, são:

$$\text{Limite superior} = (MB + M + EB + MB + EMF + F) / 4 = (1 + 0,8 + 1 + 0,5) / 4 = 0,825$$

$$\text{Limites médios} = (MB + M + EB + MB + EMF + F) / 4 = (1 + 0,6 + 0,9 + 0,3) / 4 = 0,7$$

$$\text{Limite inferior} = (MB + M + EB + MB + EMF + F) / 4 = (0,9 + 0,4 + 0,7 + 0) / 4 = 0,5$$

Definindo (S_{ij}) como o peso para o local i e critério j , e efectuando cálculos semelhantes, obtém-se:

$$S_{AC1} = (0,5; 0,7; 0,7; 0,825)$$

$$S_{BC1} = (0,375; 0,6; 0,75; 0,9)$$

$$S_{CC1} = (0,275; 0,525; 0,675; 0,825)$$

$$S_{AC2} = (0,375; 0,6; 0,6; 0,775)$$

$$S_{BC2} = (0,425; 0,625; 0,85; 0,95)$$

$$S_{CC2} = (0,525; 0,75; 0,75; 0,875)$$

$$S_{AC3} = (0,725; 0,875; 0,875; 0,95)$$

$$S_{BC3} = (0,45; 0,675; 0,75; 0,9)$$

$$S_{CC3} = (0,1; 0,375; 0,45; 0,625)$$

$$S_{AC4} = (0,35; 0,525; 0,6; 0,775)$$

$$S_{BC4} = (0,3; 0,525; 0,675; 0,825)$$

$$S_{CC4} = (0,375; 0,6; 0,75; 0,9)$$

$$S_{AC5} = (0,4; 0,55; 0,55; 0,7)$$

$$S_{BC5} = (0,425; 0,625; 0,7; 0,825)$$

$$S_{CC5} = (0,3; 0,525; 0,675; 0,825)$$

4.2.3 Critérios Objetivos

Uma vez efetuada a avaliação do peso relativo de cada cidade em relação a cada critério subjetivo, é necessário avaliar o critério objetivo custo. Este critério pode ser avaliado independentemente dos decisores, uma vez que os seus valores podem ser estimados com base em pesquisas de mercado e pesquisas económicas. Assim, e como nos passos anteriores

da lógica difusa, tem-se novamente quatro estimativas de custo para cada local, obtidas em termos de valor numérico, como apresentado na Tabela 5, onde estima-se o custo do terreno (t_1), equipamento (t_2), mão-de-obra (t_3) e custo total ($t_i = t_1 + t_2 + t_3$).

Tabela 5. Cálculo do custo total para cada cidade.
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Cidade	Custo do terreno (t_1)	Custo do equipamento (t_2)	Custo de mão-de-obra (t_3)	Total (t_i)
A	(30, 32, 42, 44)	(17, 17, 17, 17)	(37, 37, 37, 37)	(84, 86, 96, 98)
B	(20, 22, 27, 29)	(18, 20, 22, 24)	(26, 27, 27, 28)	(64, 69, 76, 81)
C	(34, 34, 34, 34)	(18, 20, 22, 24)	(26, 28, 30, 32)	(78, 82, 86, 90)

De forma a assegurar a compatibilidade entre os critérios objetivos e a classificação dos critérios subjetivos, é necessário converter o custo total numa forma adimensional. Assim, a avaliação é necessária em termos da distribuição do custo para cada local, representado na tabela pelos valores em linha, e comparado com os restantes locais, através dos valores em coluna. Adicionalmente, a alternativa com o custo mínimo deve ter a classificação máxima. De forma a se atingir estes objetivos, e sabendo que (R_{ti}) representa o custo total relativo, é efetuada a seguinte transformação:

$$R_{ti} = \{t_i \times [t_1^{-1} + t_2^{-1} + \dots + t_m^{-1}]\}^{-1}$$

Sabendo-se que (t_i) representa a soma dos custos para os fatores 1, 2 e 3, tem-se, para cada cidade, um limite inferior, um superior e dois valores intermédios totais do custo, iguais à soma das estimativas de menor custo, respectivamente. Uma vez que o custo é convertido numa classificação relativa, o valor mais alto do mesmo deve ter uma classificação inferior ao menor valor de custo, isto é, o custo mais alto deve ocupar o último lugar da classificação. De forma a manter os números pequenos, uma vez que é mais fácil se fazer comparações, arbitrase um número que seja maior que o valor máximo da distribuição de custos e divide-se esse mesmo número por cada custo. Arbitrando o número 100, por exemplo, obtêm-se os valores para cada cidade, tal como representado na segunda coluna da Tabela 6.

Tabela 6. Cálculo do custo total relativo para cada cidade
Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Cidade	$100/t_i$	$(total_i \times t_i)/100$	S_{ic6}
A	(1,02; 1,04; 1,16; 1,19)	(2,82; 3,03; 3,68; 3,95)	(0,25; 0,27; 0,33; 0,35)
B	(1,23; 1,32; 1,45; 1,56)	(2,15; 2,43; 2,91; 3,26)	(0,31; 0,34; 0,41; 0,47)
C	(1,11; 1,16; 1,22; 1,28)	(2,62; 2,89; 3,29; 3,63)	(0,28; 0,30; 0,35; 0,38)
Total	(3,36; 3,52; 3,83; 4,03)		

Para se obter a distribuição do critério objetivo, somam-se os limites inferiores, os valores intermediários e os limites superiores, respectivamente para cada uma das três cidades e para converter novamente este valor num valor associado a cada local, multiplica-se o limite inferior total pelo valor do custo inferior do local e divide-se pelo número arbitrado anteriormente, obtendo-se a classificação do limite inferior desse local. Invertendo-se esse valor, obtêm-se o limite superior da distribuição da classificação final de cada local i , para o critério 6, (S_{ic6}). Para o cálculo do limite superior e dos valores intermédios de cada local, o raciocínio é semelhante.

O último passo da lógica difusa é calcular o índice de adequação difuso (F_i) para cada cidade i , permitindo determinar a classificação final das mesmas. Para determinar este índice, determina-se a média do produto da avaliação de cada local i por cada critério j , (S_{ij}) pelo peso de cada critério (W_{Cj}). Assim, tem-se que:

$$F_i = (1/k) \times [(S_{iC1} \times W_{C1}) + (S_{iC2} \times W_{C2}) + (S_{iC3} \times W_{C3}) + (S_{iC4} \times W_{C4}) + (S_{iC5} \times W_{C5}) + (S_{iC6} \times W_{C6})]$$

onde $k = 6$ representa o número de critérios utilizados na avaliação.

Os valores do índice de adequação difuso para as três cidades, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Índice de adequação difuso para cada cidade.

Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Cidade	Índice de Adequação Difuso
A	(0,11; 0,30; 0,30; 0,54)
B	(0,09; 0,26; 0,32; 0,60)
C	(0,07; 0,22; 0,28; 0,54)

De forma a se obter a classificação final de cada cidade, os valores do índice de adequabilidade difuso são somados para cada cidade, como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Classificação final de cada cidade

Fonte: Adaptado de Sule (2001).

Cidade	Classificação
A	1,25
B	1,27
C	1,11

Uma vez que a cidade B é a que apresenta o valor mais elevado, este local será recomendado para a instalação de um terminal de carga aérea no aeroporto regional desta cidade.

4. CONCLUSÕES

Além da necessidade de interligar populações, os aeroportos regionais têm o potencial de dinamizar de forma decisiva a economia do Brasil, conectando o interior do país aos grandes centros no litoral e ao exterior. Portanto, concluímos que, o Brasil, sendo um país de dimensões continentais, e em desenvolvimento, necessita que a integração interna e externa de sua carga aérea se dê da melhor maneira possível e com o menor custo, e que a ausência de uma análise criteriosa dificulta a movimentação desta carga. Somente com um maior aproveitamento dos aeroportos, principalmente os regionais, como geradores de empregos, impostos e desenvolvimento para a sociedade poderemos atingir esse objetivo. A escolha do local correto para se investir neste grande empreendimento que no caso é um aeroporto regional, exige que se utilize métodos atuais e inovadores de avaliação de fatores críticos de análise e decisão. Neste artigo buscamos contribuir, a partir de um exemplo hipotético, com a apresentação de uma das metodologias de análise de fatores, o LSR, muito utilizado para escolhas de localização.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SULE, Dileep R. – Logistics of facility location and allocation. Nova Iorque: Marcel Dekker, 2001. ISBN 978-0-8247-0493-3
- MARTINICH, Joseph S. – Production and operations management: an applied modern approach. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1997. ISBN 978-0-471-54632-0
- PARENTONI, Emilia, M.M & PACHECO, Ricardo. R. The Industrial Airport as Synonymous with Local Region Socio-Economic Development. São Paulo: Journal of Brazilian Air Transportation Research Society. 2011. ISSN 1808-3331
- PITA, Marina (2014) Infraestrutura – projetos custos e construção. Disponível em <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/44/estudo-lista-os-100-aeroportos-regionais-com-maior-potencial-economico-329920-1.aspx>. Acesso em 09/07/2016
- SAC – Secretaria de Aviação Civil (2015). Aviação Regional Conectando o Brasil. Disponível em <http://www.aviacao.gov.br/noticias/2015/01/programa-de-desenvolvimento-aviacao-regional-quer-democratizar-o-transporte-aereo-no-brasil-1/aviacao-regional-versao-site-v4-final.pdf>. Acesso em 15/06/2016
- TOMPKINS, James A.; WHITE, John A. – Facilities planning. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1984. ISBN 978-0-471-03299-1
- TOMPKINS, James A. et al. - Facilities planning. 2ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1996. ISBN 978-0-471-00252-9
- TOMPKINS, James A. et al. - Facilities planning. 3ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 978-0-471-41389-9
- WIKILIVROS. Disponível em https://pt.wikibooks.org/wiki/Logistica/Localização/Seleção_de_locais Acesso em 09/07/2016