



Kesia Guedes Arraes Gomes

**Um método multicritério para localização de
unidades celulares de intendência da FAB**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Logística.

Orientador: Prof. Nélio Domingues Pizzolato

Rio de Janeiro
Junho de 2009



Kesia Guedes Arraes Gomes

Um método multicritério para localização de unidades celulares de intendência da FAB

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Nélio Domingues Pizzolato

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Rubens Teixeira da Silva

TRANSPETRO

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 27 de junho de 2009

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Kesia Guedes Arraes Gomes

Graduou-se em Ciências Militares, pelo Curso de Formação de Oficiais Intendentes da Academia da Força Aérea, em Pirassununga, São Paulo, em 2000. Especializou-se em Tradução Inglês-Português pela PUC-Rio em 2006. Atuou como Ouvidora, Agente de Controle Interno e Chefe da Seção Administrativa da Diretoria de Intendência e da Seção de Inteligência durante os anos de 2002 a 2008. Trabalhou, ainda, na Divisão de Intendência Operacional, na Subdiretoria de Encargos Especiais, especificamente com o trato da Logística de Recursos Humanos da FAB. Em 2009, foi designada para cursar o mestrado em Gerenciamento Logístico, no AFIT – *Air Force Institute of Technology*, Base Aérea de Wright-Patterson, em Ohio, Estados Unidos.

Ficha Catalográfica

Gomes, Kesia Guedes Arraes

Um método multicritério para localização de unidades celulares de intendência da FAB / Kesia Guedes Arraes Gomes ; orientador: Nélio D. Pizzolato. – 2009.

v.,150 f. : il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia de Produção.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia de Produção – Teses. 2. Logística. 3. Teoria da Decisão. 4. Métodos multicriteriais. 5. Localização. 6. Método de Análise Hierárquica. 7. Unidades Celulares de Intendência da FAB. I. Pizzolato, Nélio D. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia de Produção. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Nélio Domingues Pizzolato, pelas observações sempre precisas e oportunas que muito me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Ao coordenador do curso de mestrado em logística, Prof. José Eugênio Leal, pelo apoio prestado durante todo o decorrer do curso e na defesa de minha dissertação.

Ao meu fiel amigo, Dr. Rubens Teixeira da Silva, pelo exemplo de vida e de perseverância e pelo apoio incondicional durante todo o decorrer de meu curso e desta dissertação.

Ao meu também fiel amigo, Cap Eng Carlos Zapff, pela ajuda irrestrita durante esta pesquisa, muito me auxiliando no manuseio do *software* utilizado. Não poderia deixar de ressaltar que tenho em grande estima nossa amizade, pela sinceridade com que compartilha suas idéias.

Ao meu amigo de sempre, Cel Av R1 Rodrigo Timótheo Machado Filho, a quem muito respeito e admiro.

Aos Diretores da DIRINT, Maj Brig Int Denizart Lustosa Ribeiro, Maj Brig Int Eliseu Mendes Barbosa e Maj Brig Int Pedro Norival de Araújo pela liderança e pelo voto de confiança a esta Oficial e aos jovens Oficiais Intendentes da Força Aérea Brasileira.

Aos amigos da Diretoria de Intendência pela contribuição na resposta aos questionários e, em especial, ao efetivo da Divisão de Intendência Operacional pelo intercâmbio de ideias tão inovadoras.

Aos meus familiares pela compreensão e incentivo. Em especial, agradeço ao meu pai por ter investido em mim desde o começo de minha vida e por vibrar a cada vitória.

Ao meu marido, Alan, e meu filho, Nicolas, por todo o apoio durante a realização do curso. Em especial, agradeço ao Alan por investir e acreditar em mim sempre. Esta conquista é para você.

Por fim e acima de tudo, agradeço a Deus por todas as oportunidades a mim ofertadas e pela saúde e fé para ultrapassar os obstáculos ao longo da caminhada. Exaltado seja o Seu nome!

Resumo

Gomes, Kesia Guedes Arraes; Pizzolato, Nélio Rodrigues. **Um método multicritério para localização de Unidades Celulares de Intendência da FAB.** Rio de Janeiro, 2009. 150p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As Unidades Celulares de Intendência (UCI) da Força Aérea Brasileira são estruturas móveis destinadas a prestar o apoio logístico ao homem, quando deslocado de sua Organização Militar de origem, para cumprir missão real ou de adestramento, em locais remotos ou desprovidos de recursos. Na FAB, existem oito UCI distribuídas regionalmente pelo território nacional brasileiro. Para atender ao Plano de Articulação da FAB e aos ditames da Estratégia Nacional de Defesa, vários estudos foram desenvolvidos, na Diretoria de Intendência, Órgão Central do Sistema de Intendência Operacional, acerca da sistemática de distribuição (localização) dessas Unidades para melhor atender às exigências operacionais da Força. Com o intuito de permitir uma maior compreensão sobre o tema, esta dissertação apresenta a aplicação de um método multicritério de apoio à decisão, denominado AHP (*Analytic Hierarchy Process*), com vistas a facilitar o processo de escolha e priorização da localização estratégica das UCI da FAB, contemplando o possível fechamento de três Unidades Celulares de Intendência. O método AHP, desenvolvido por Thomas L. Saaty, permite a estruturação hierárquica de um problema estratégico complexo, a incorporação das preferências dos decisores na mensuração dos fatores qualitativos envolvidos, bem como a aplicação de uma abordagem que pode agregar variáveis intangíveis monetariamente. A relevância do tema permitiu a participação de Oficiais da Diretoria de Intendência que são experientes e peritos no assunto, facilitando a captação das informações e dos dados necessários à aplicação do método.

Palavras-chave

Logística; Teoria da decisão; métodos multicriteriais; localização; Método de Análise Hierárquica; Unidades Celulares de Intendência da FAB

Abstract

Gomes, Kesia Guedes Arraes; Pizzolato, Nélio Rodrigues (Advisor). **A multi-criteria method for the location of Intendancy Cellular Units of the Brazilian Air Force.** Rio de Janeiro, 2009. 150p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Intendancy Cellular Units (UCI) of the Brazilian Air Force are mobile structures which aim at providing the logistic support to man, when he's displaced from his Military Organization in order to accomplish real or training missions in remote areas or places that lack resources. In the Brazilian Air Force, there are eight UCI which are regionally distributed along the Brazilian national territory. Considering the need to fulfill the Brazilian Air Force Articulation Plan and the National Defense Strategy, many studies were developed in the Directory of Intendancy, Main Body that is responsible for the Operational Intendancy System, to evaluate the distribution (location) of these Units so as to comply with the operational demands of the Air Force. With the need to better understand the subject, this research presents the application of a multi-criteria decision making method, namely AHP (*Analytic Hierarchy Process*), to facilitate the process of choosing and prioritizing the UCI strategic location, taking into consideration the possible closure of three Intendancy Cellular Units. The AHP method, developed by Thomas L. Saaty, allows for the hierarchical structure of a complex strategic problem, the incorporation of decision makers preferences when measuring all the qualitative aspects involved as well as the use of an approach that can aggregate monetary intangible variables. Given the theme's relevance, the participation of wise and expert Officers from the Directory of Intendancy enabled the perception of information and the necessary data in order to apply the method.

Keywords

Logistics; Decision Theory; multi-criteria methods; location; Analytic Hierarchy Process; Intendancy Cellular Units of the Brazilian Air Force.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Considerações iniciais sobre Unidades Celulares de Intendência	12
1.2	Objetivo da dissertação	17
1.3	Delimitação do escopo da dissertação	18
1.4	Metodologia	19
1.5	Estrutura da dissertação	20
2	Logística	21
2.1	Introdução	21
2.2	O papel da logística na FAB	22
2.2.1	Logística	22
2.2.2	Logística na Força Aérea Brasileira	24
2.2.3	Logística de Recursos Humanos	26
2.3	Sistema de Intendência Operacional	28
2.4	Política de Logística de Defesa	30
2.5	Apoio Logístico na FAB	33
2.5.1	A UCI na FAB	36
2.5.2	UCI e breve introdução à logística humanitária	39
2.5.3	UCI e breve introdução à Teoria da Localização	40
2.6	Conclusões do capítulo	42
3	Referencial Teórico	43
3.1	Introdução	43
3.2	Problema de Localização de Instalações – FLP	44
3.2.1	Modelos para Localização de Instalações	47
3.3	Análise da decisão	51
3.3.1	Histórico	51
3.3.2	Teoria da Decisão	52
3.4	Processo Decisório	55
3.5	Paradigmas Científicos	57
3.6	Análise Multicritério	59

3.7 Métodos Muticritérios	60
3.7.1 Classificação dos Métodos Multicritérios	60
3.7.2 Teoria da Utilidade Multiatributo	61
3.7.3 Métodos de sobreclassificação	62
3.7.4 Métodos interativos	63
3.7.5 Classificação quanto aos objetivos	63
3.7.6 Métodos multicriteriais contínuos e discretos	65
3.7.7 Problema de Decisão Multicritério	66
3.7.8 Escola Americana	67
3.7.9 Escola Francesa ou Européia	69
3.8 Conclusões do capítulo	70
4 O AHP	72
4.1 Introdução	72
4.2 Razões para a escolha do AHP pelo pesquisador	72
4.3 Método de Análise Hierárquica (AHP)	77
4.4 Base Teórica do AHP	78
4.4.1 Estruturação Hierárquica do Problema	80
4.4.2 Comparações par a par	82
4.4.2.1 Escala Fundamental	83
4.4.3 Solução usando autovetores e autovalores	85
4.4.3.1 Escalas de razão, proporcionalidade e escalas normalizadas	86
4.4.4 Determinação da Consistência	89
4.4.5 Agregação das prioridades e escolha final	90
4.5 Decisões em grupo	91
4.6 Análise de Sensibilidade	92
4.6.1 Alteração dos pesos relativos dos critérios	93
4.6.2 Alteração dos julgamentos das alternativas	93
4.6.3 Alteração na quantidade de critérios	94
4.6.4 Alteração na quantidade de alternativas	95
4.7 Solução de um problema simples usando o AHP	95
4.8 Principais críticas sobre o AHP	99
4.8.1 Conversãp de escala verbal para numérica	99
4.8.2 Inconsistências impostas pela Escala Fundamental	100

4.8.3	Significado das respostas às questões	100
4.8.4	Inversão do <i>ranking</i> das alternativas	100
4.8.5	Elevado número de comparações paritárias	101
4.8.6	Os axiomas do método	104
4.9	Conclusão	
5	Aplicação do AHP à localização de UCI na FAB	105
5.1	Introdução	105
5.2	Hierarquia de critérios do problema de localização de UCI	105
5.3	As metodologias de análise de decisão vigentes na FAB	108
5.4	Estratégia Nacional de Defesa e Plano de Articulação da FAB	109
5.5	Objetivos Militares de Defesa	111
5.6	Diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa	111
5.7	Aplicações do AHP	112
5.8	Técnica SWOT	113
5.9	UCI da Base Aérea dos Afonos (BAAF)	115
5.10	UCI da Base Aérea de Campo Grande (BACG)	116
5.11	UCI da Academia da Força Aérea (AFA)	117
5.12	UCI da Base Aérea de Canoas (BACO)	118
5.13	UCI da Base Aérea de Manaus (BAMN)	119
5.14	UCI da Base Aérea de Belém (BABE)	120
5.15	UCI do Depósito Central de Intendência (DCI)	121
5.16	UCI da Base Aérea de Recife (BARF)	122
5.17	Síntese dos resultados da aplicação do AHP	123
5.18	Exame dos resultados	126
5.19	Considerações Finais	129
6	Conclusão e contribuições	131
6.1	Conclusão	131
6.1	Contribuições	133
7	Referências Bibliográficas	134
	Apêndice A	143
	Apêndice B	146

Lista de Figuras

Figura 1 – Fotos de UCI da FAB	36
Figura 2 – Localização das UCI no território nacional	37
Figura 3 – Vantagens do método AHP	77
Figura 4 – Sequência do AHP	79
Figura 5 – Exemplo de Estruturação Hierárquica	82
Figura 6 – Distribuição dos artigos por temas	103
Figura 7 – Distribuição dos artigos por áreas	103
Figura 8 – Representação da Hierarquia do problema de UCI – estágio 1	107
Figura 9 – Representação da Hierarquia do problema de UCI – estágio 2	108
Figura 10 – Estruturação Hierárquica	113
Figura 11 – Foto satélite da Base Aérea dos Afonsos	115
Figura 12 – Foto satélite da Base Aérea de Campo Grande	116
Figura 13 – Foto satélite da Academia da Força Aérea	117
Figura 14 – Foto satélite da Base Aérea de Canoas	118
Figura 15 – Foto satélite da Base Aérea de Manaus	119
Figura 16 – Foto satélite da Base Aérea de Belém	120
Figura 17 – Foto satélite do Depósito Central de Intendência	121
Figura 18 – Foto satélite da Base Aérea de Recife	122
Figura 19 – Resultado das alternativas por ordem prioritária	124
Figura 20 – Síntese do índice de inconsistência do <i>cluster</i> Critérios	125

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características dos Paradigmas Racionalista e Construtivista	58
Tabela 2 - Escala de razão (Escala Fundamental de Saaty)	85
Tabela 3 - Valores de IC máximos em função da ordem da matriz	90
Tabela 4 - ICAs em função da ordem da matriz	90
Tabela 5 - Comparações par a par das alternativas segundo o critério Localização	96
Tabela 6 - Comparações par a par das alternativas segundo o critério Tipo da Missão	96
Tabela 7 - Comparações par a par das alternativas segundo o critério Aeronave	96
Tabela 8 - Comparações par a par dos critérios em relação ao objetivo principal	97
Tabela 9 - Síntese de Resultados	99
Tabela 10 – Análise SWOT para a BAAF	116
Tabela 11 – Análise SWOT para a BACG	117
Tabela 12 – Análise SWOT para a AFA	118
Tabela 13 – Análise SWOT para a BACO	119
Tabela 14 – Análise SWOT para a BAMN	120
Tabela 15 – Análise SWOT para a BABE	121
Tabela 16 – Análise SWOT para o DCI	122
Tabela 17 – Análise SWOT para a BARF	123