

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**APLICAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE NA
SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE
PÚBLICO**

SANDRO GOMES RODRIGUES

ORIENTADOR: JOSE MATSUO SHIMOISHI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

PUBLICAÇÃO: T.DM-003A/2013

BRASÍLIA/DF: MARÇO / 2013

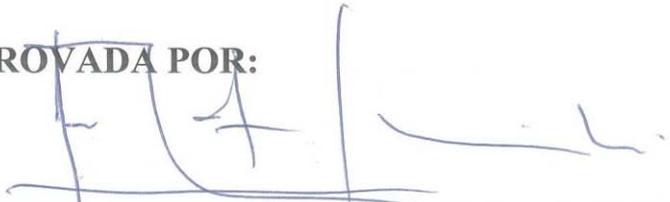
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**APLICAÇÃO DA LÓGICA PARA CONSISTENTE NA SELEÇÃO
DE TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO**

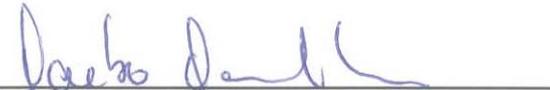
SANDRO GOMES RODRIGUES

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM TRANSPORTES.**

APROVADA POR:



**Prof. Jose Matsuo Shimoishi, Dr (UnB)
(Orientador)**



**Prof. Yaeko Yamashita, PhD (UnB)
(Examinador Interno)**



**Prof. Karisa Maia Ribeiro, Dra (BID)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 12 DE MARÇO DE 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

RODRIGUES, SANDRO GOMES

Aplicação da Lógica Paraconsistente na seleção de alternativas de transporte público [Distrito Federal] 2013.

xvii, 140p., 210 x 297mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2013).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Lógica Paraconsistente

2. Transporte Público

I. ENC/FT/UnB

3. Tomada de Decisão

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RODRIGUES, S. G. (2013) Aplicação da Lógica Paraconsistente na seleção de alternativas de transporte público. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-003A/2013, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 140p.

CESSÃO DE DIREITOS

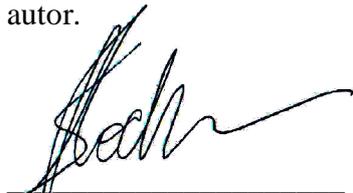
AUTOR: Sandro Gomes Rodrigues

TÍTULO: Aplicação da Lógica Paraconsistente na seleção de alternativas de Transporte Público.

GRAU: Mestre

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.



Sandro Gomes Rodrigues
sgomesrod@hotmail.com

SQN 113, Bloco D, Apto 208 – Asa Norte
70.763-040 Brasília – DF – Brasil

“Não há nada como o sonho para criar o futuro. Utopia hoje, carne e osso amanhã.”
Victor Hugo

DEDICATÓRIA

*A Deus, pela força e fé
A minha esposa, Karla, pelo apoio e paciência
A meus filhos, Júlia e Miguel, pela compreensão
A meus pais, Antonio e Erci, pelos ensinamentos de vida
A todos vocês, o meu reconhecimento e
a minha sincera e permanente gratidão.*

AGRADECIMENTOS

- A Deus, pela minha existência, pelas pessoas que colocou em meu caminho, pela luz que me guia, e por ter me dado saúde e forças para mais essa conquista.
- A minha companheira Karla pela compreensão, apoio e estímulo nos momentos difíceis que possibilitaram lutar e reunir forças para a conclusão do curso. Obrigado pelo apoio e carinho!
- A meus filhos Júlia e Miguel que apesar de minha ausência sempre estiveram presentes em meu coração e em minhas orações. Vocês são o objetivo de minha luta.
- A meus pais Antonio e Erci, pela orientação e confiança que sempre me motivaram a ser uma pessoa melhor em busca de meus objetivos.
- A meus irmãos, Caroline e Weuller, meu afilhado Antonio Carlos e meu cunhado Carlos que mesmo distantes sempre me motivaram a continuar a caminhada.
- Ao Professor Dr Jose Matsuo Shimoishi minha eterna gratidão pela orientação, confiança e apoio nos diversos momentos da construção deste trabalho.
- A Professora Dra. Yaeko Yamashita, pelo exemplo em seus trabalhos e ensinamentos, sempre inspiradora de que nunca devemos desistir de lutar pelos nossos objetivos.
- Ao Professor Pastor Willy Gonzáles pelo apoio, compreensão e por toda a dedicação dispensada na realização do trabalho.
- Aos Professores do PPGT em especial a Professor Joaquim Aragão, Maria Alice, Adelaida, Paulo César, Sérgio, José Augusto e Fabiana por serem exemplos a ser seguido e pela constante motivação.
- A Dra Karisa Maia Ribeiro, pela colaboração e participação na banca examinadora.
- Aos amigos Roméa, Rodrigo, Paulo e Grazielle que sempre foram companheiros no desenvolvimento dos trabalhos e motivadores para a conclusão das atividades.
- Aos membros do GPIT, em especial à Professor Msc Evaldo Cezar Cavalcante Rodrigues e a Professora Dra Martha Maria Veras Oliveira Cavalcante Rodrigues pelas reuniões de estudo, conversas e apoio no desenvolvimento de diversos trabalhos e também desta dissertação.
- Aos meus amigos do PPGT, seria impossível citar o nome todos que de alguma forma deram sua parcela de colaboração e que puderam compartilhar comigo essa caminhada. A todos, dedico um especial agradecimento. Porém quero agradecer aos que tão de perto me acompanharam: Alderi, Alexandre, Aline Gomes, Angela, Arthur, Caroline Viriato, Charles, Cleber, Cristiane, Edson Benício, Eliezé, Fabrício, Luciany, Mariana, Mônica, Fabiane, Fabíola, Fernanda, Maria Cristina, Marise, Neftalí, Nilo, Noemia, Patrícia Margon , Renata, Ronny, Rosemary Janneth e William. Quero agradecer a Lucinete e Danielle, secretárias do PPGT, a minha imensa gratidão!

- Ao Cel Hélio, Chefe da Seção de Informática do COLOG, que sempre motivou e colaborou para realização e conclusão do curso. Minha eterna gratidão.
- Ao Gen Valdetaro, Cel Rezende e Maj Elton que foram colaboradores no início desta caminhada, que acreditaram em meu projeto.
- Aos integrantes da Seção de Informática do COLOG: Cap Wellington, 1º Ten Marcelo Mendes, 1º Ten Deusilene, 1º Ten Fávio, 1º Ten Julio Cezar, 1º Ten Michelli, 1º Ten Greice, St Melquiades, 3º Sgt Claiton, Cb Oliveira e Cb Daniel que sempre me apoiaram nos momentos de ausência para a realização do curso.
- Um agradecimento especial aos amigos, Ubirajara Rezende Salgado (Bira), Carlos Paulo dos Santos Luzardo (Cabeção), Ricardo Kasai (Japonês) e João Amaral da Silva, que mesmo estando ausente e distante, acreditaram e incentivaram, não me deixando desanimar em momento algum.
- Enfim, como sempre corremos o risco de deixar pessoas importantes sem serem citadas, meus sinceros agradecimentos a todos com quem convivi durante o tempo da elaboração deste trabalho, e a todos os meus amigos e familiares.

Muito Obrigado a Todos!

RESUMO

A seleção de alternativas de tecnologia para o transporte público tem sido uma das principais decisões no planejamento dos novos sistemas ou na expansão dos já existentes em áreas urbanas. O processo decisório envolve uma decisão estratégica por parte dos agentes envolvidos, no qual buscam informações que possibilitam uma melhor análise e definição das decisões. Para a seleção de alternativas de transporte é necessário uma análise criteriosa dos fatores e atributos utilizados neste processo, de maneira que se possa propor a solução mais adequada ao problema apresentado. A Lógica Paraconsistente, por meio do Método Paraconsistente de Decisão (MPD) desenvolvido pelos estudos de Carvalho (2006), possibilita um apoio nos processos decisórios para seleção de alternativas as decisões para a escolha da tecnologia adequada. Diante disso, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um instrumento para avaliação e seleção das diversas tecnologias de transporte público utilizando a lógica paraconsistente. Para isso, foram identificados os fatores e atributos aplicados ao processo decisório para seleção de alternativas de transporte, propostos nos estudos realizados por Ciarline (2009) e Moraes (2012), bem como a formulação e aplicação do método paraconsistente de decisão. Assim, o estudo abordou o processo de tomada de decisão utilizando-se do algoritmo para-analisador e regras de decisão baseado na lógica paraconsistente anotada (LPA). O método é apropriado ao tratamento de dados incertos, contraditórios ou paracompletos, que consiste em estabelecer proposições e parametrizá-las para isolar os fatores de maior influência nas decisões. Especialistas são utilizados para obtenção de anotações sobre esses fatores, atribuindo-lhes graus de crença e descrença. No caso analisado, utilizou-se da LPA como instrumento de apoio ao processo de avaliação e seleção de tecnologias de transporte para o Eixo Sul, dentre seis possíveis soluções (*Bus Rapid Transit* (BRT), Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), Monotrilho, Trem Urbano, Metrô, e Ônibus Convencional). Foram utilizados dez especialistas da área de transportes (Financeiro, Consultor, Docente, Ambiental e Gestor Público) para avaliar os critérios e atributos para cada modo de transporte. A interpretação das avaliações realizadas pelos especialistas deu-se por intermédio dos baricentros no quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC), que indicou os graus de inconsistência ou de indeterminação dos dados utilizados. Após a aplicação do MPD na seleção de tecnologias de transporte foi constatado que a metodologia proposta permite o auxílio em processos decisórios da área de transportes.

ABSTRACT

The selection of alternative technology for public transportation has been one of the main decisions in planning new systems or expanding existing ones in urban areas. The process involves making a strategic decision on the part of those involved, which seek information that enable better analysis and definition of decisions. For the selection of alternative transportation is required a careful analysis of the factors and attributes used in this process, so that we can propose the most appropriate solution to the problem. The paraconsistent logic through the Paraconsistent Decision Method (*MPD*) developed by Carvalho (2006), provides support in decisions for selection of alternative decisions for choosing the appropriate technology. Thus, this study aims to develop a tool for evaluation and selection of the several technologies using the public transport paraconsistent logic. For this, we identified the factors and attributes applied to the decision process for selection of transportation alternatives proposed in the study conducted by Ciarline (2009) and Moraes (2012), as well as the formulation and application of the method paraconsistent decision. Thus, the study addressed the decision-making process using the algorithm for-analyzer and decision rules based on the paraconsistent annotated logic (*LPA*). The method is suitable to processing uncertain or contradictory data, which is to establish propositions and parameterize them to isolate the factors most influence on decisions. Experts are using it to obtain information on these factors, assigning them degrees of belief and disbelief. In the analyzed case, the *LPA* was used as a tool to support the evaluation and selection of technologies for the transport to the South, among six possible solutions (Bus Rapid Transit (BRT), Light Rail (LRT), Monorail, Urban Train, Subway, Bus and Conventional). Were used ten experts in the field of transport (Financial Consultant, Lecturer, Environmental and Public Management) to evaluate the criteria and attributes for each transport technology. The interpretation of the assessments made by the experts gave up barycenters through the unit square in the Cartesian plane (QUPC), which indicated the degree of inconsistency or indeterminacy of the data used. After application of *MPD* in selecting transportation technologies was found that the proposed methodology allows the aid in decision-making processes in the area of transport.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvi
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - APRESENTAÇÃO	1
1.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 - HIPÓTESE.....	3
1.4 - OBJETIVOS	4
1.5 - JUSTIFICATIVA.....	4
1.6 – METODOLOGIA DE PESQUISA	5
1.7 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	10
2 - TRANSPORTE PÚBLICO URBANO	12
2.1 - APRESENTAÇÃO	12
2.2 - CONCEITOS DE TRANSPORTE	12
2.3 – TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....	14
2.4 - FATORES E ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIA DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	17
2.5 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	18
3 - TOMADA DE DECISÃO EM TRANSPORTES	20
3.1 - APRESENTAÇÃO	20
3.2- DEFINIÇÃO DE TOMADA DE DECISÃO	20
3.3 - TIPOS DE PROBLEMAS E NÍVEIS DE DECISÃO	23
3.4 - PROCESSO DE DECISÃO.....	24
3.5 - MODELOS E MÉTODOS PARA A TOMADA DE DECISÃO.....	29
3.6 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	34

4 - LÓGICA PARACONSISTENTE	36
4.1- APRESENTAÇÃO	36
4.2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	36
4.3 - APLICAÇÕES DA LÓGICA PARACONSISTENTE	39
4.4 - LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA)	40
4.5 - LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL	42
4.5.1 - Operadores da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial: NOT, MÁX e MÍN.....	45
4.5.2 - Regras de Decisão.....	48
4.6 - O MÉTODO PARACONSISTENTE DE DECISÃO (MPD).....	50
4.6.1 - Etapas do Método Paraconsistente de Decisão.....	52
4.7 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	64
5- METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE	66
5.1 APRESENTAÇÃO.....	66
5.2 - MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE	67
5.3 – TÓPICOS CONCLUSIVOS	71
6 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE	73
6.1- APRESENTAÇÃO	73
6.2 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE.....	73
6.3 - TÓPICOS CONCLUSIVOS.....	97
7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	99
7.1 – APRESENTAÇÃO.....	99
7.2 - CONCLUSÕES.....	99

7.3 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	101
7.4 RECOMENDACOES PARA trabalhos FUTURos.....	102
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICES	113
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS	114
APÊNDICE B – BASE DE DADOS DO GRUPO A.....	118
APÊNDICE C – BASE DE DADOS DO GRUPO B.....	119
APÊNDICE D – BASE DE DADOS DO GRUPO C.....	120
APÊNDICE E – BASE DE DADOS DO GRUPO D.....	121
APÊNDICE F – BASE DE DADOS DO GRUPO E	122
APÊNDICE G - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO METRÔ .	123
APÊNDICE H – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO METRÔ.....	124
APÊNDICE I - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO VLT.....	125
APÊNDICE J – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO VLT	126
APÊNDICE K - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO ÔNIBUS CONVENCIONAL.....	127
APÊNDICE L – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO ONIBUS CONVENCIONAL.....	128
APÊNDICE M - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO BRT	129
APÊNDICE N – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO BRT.....	130
APÊNDICE O - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO MONOTRILHO	131
APÊNDICE P – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO MONOTRILHO .	132
APÊNDICE Q - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO TREM URBANO	133
APÊNDICE R – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO TREM URBANO	134

APÊNDICE S - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA METRÔ	135
APÊNDICE T - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA VLT	136
APÊNDICE U - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA ÔNIBUS CONVENCIONAL.....	137
APÊNDICE V - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA BRT	138
APÊNDICE X - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA MONOTRILHO	139
APÊNDICE Y - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA 0,50 PARA TREM URBANO.....	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Definição de Transporte	12
Tabela 2.2 – Classificação dos tipos de transporte público	15
Tabela 2.3 - Comparativo das Tecnologias de Transporte Público	16
Tabela 2.4 – Critérios para seleção de tecnologias de transporte	18
Tabela 3.1 - Tipos de problemas e níveis de decisão	24
Tabela 3.2 - Modelos do Processo de decisão	32
Tabela 4.1 – Resumo da análise de doze regiões do QUPC	45
Tabela 4.2 – Resumo da análise de doze regiões do QUPC	50
Tabela 4.3 – Base de Dados: matrizes dos pesos, M_p , e das anotações, M_a	56
Tabela 4.4 – Matrizes dos pesos, M_{pi} , pesquisada, M_{pq} , e dos dados pesquisados, M_{Dpq}	57
Tabela 4.5 – Avaliação com o algoritmo para-analisador ao nível de exigência 0,50	60
Tabela 6.1 – Definição de Atributos para Seleção de Tecnologias de Transportes	81
Tabela 6.2 – Cálculo da Maximização e Minimização dos resultados	84
Tabela 6.3 – Aplicação da Regra de Decisão	85
Tabela 6.4 – Conclusões da análise de cada tecnologia de transporte	89
Tabela 6.5 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Metrô	90
Tabela 6.6 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o VLT	91
Tabela 6.7 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Ônibus Convencional	92
Tabela 6.8 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o BRT	93
Tabela 6.9 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Monotrilho	94
Tabela 6.10 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Trem Urbano	95

Tabela 6.11 – Decisão para cada tecnologia de Transporte	97
Tabela 6.12 – Grau de Crença para cada tecnologia de Transporte	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Estrutura Metodológica da Dissertação	9
Figura 2.1 - Taxonomia do movimento	13
Figura 2.2 - Estrutura semântica do transporte	14
Figura 3.1 – Estrutura do Problema	22
Figura 3.2 – Ciclo de Informações na Tomada de Decisão.....	22
Figura 3.3 – Modelo esquemático de processo de decisão	25
Figura 3.4 – O Processo de decisão proposto por Simon	27
Figura 3.5 – Representação de um sistema e seu ambiente	28
Figura 3.6 – Etapas de um processo de análise de sistemas	29
Figura 3.7 – Correlação entre a complexidade e incerteza nos métodos de apoio à decisão	31
Figura 4.1 – Estrutura de Classificação da Lógica	37
Figura 4.2 – Retículo das Anotações	41
Figura 4.3 – Representação do reticulado τ das anotações	43
Figura 4.4 – Quadrado unitário do plano cartesiano	44
Figura 4.5 – Divisão do quadrado unitário do plano cartesiano em doze regiões.....	44
Figura 4.6 – Esquema de uma aplicação dos operadores MÁX e MIN	47
Figura 4.7 – Regiões extremas com graus de contradição e de certeza, em módulo	48
Figura 4.8 – Regiões extremas com graus de contradição e de certeza, em módulo, iguais ou maiores que 0,60	53
Figura 4.9 – Esquema da aplicação dos operadores MÁX e MIN	58
Figura 4.10 – Fluxo de Análise para a Tomada de Decisão	60
Figura 4.11 – Fluxograma para tomada de decisão	61
Figura 4.12 – QUPC com 12 Regiões	62
Figura 4.13 – QUPC com 16 Regiões	63

Figura 5.1 – Método para Seleção de Tecnologias de Transporte	67
Figura 6.1 – Mapa dos Eixos de Transporte do Distrito Federal	76
Figura 6.2 – Regra de decisão e algoritmo para-analisador para o NE igual a 0,50	80
Figura 6.3 – Análise dos resultados pelo dispositivo para-analisador, ao nível de exigência 0,50 para metrô	88
Figura 6.4 – QUPC a nível de exigência de 0,50	89
Figura 6.5 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Metrô	90
Figura 6.6 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do VLT	91
Figura 6.7 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Ônibus Convencional	92
Figura 6.8 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do BRT	93
Figura 6.9 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Monotrilho	94
Figura 6.10 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Trem Urbano	95
Figura 6.11 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise dos tecnologias de transporte	96

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO

Os centros urbanos têm apresentado alguns problemas tais como engarrafamentos constantes, a dependência de automóveis, o crescimento da frota de carros, o aumento da poluição ocasionando assim a diminuição da qualidade de vida.(GOLIAS, 2002). Segundo DENATRAN (2012), a frota de veículos nacional em 2002 era de aproximadamente 36 milhões aumentando em 2012 para 76 milhões de veículos registrados, mostrando a saturação da capacidade de vias urbanas que só tende a piorar.

As cidades estão em constante crescimento e consideradas um complexo de atividades e com necessidades inter-relacionadas, as quais requerem um sistema de transporte eficiente a fim de garantir o crescimento e desenvolvimento econômico sustentável em longo prazo (AKIMBAMI e FADARE, 1997). Percebe-se então que a necessidade de deslocamento nas cidades existe e sem tecnologias de transporte público para atender a demanda, a frota de veículos das cidades tende a crescer rapidamente.

Com isso, a ocorrência do aumento nos tempos de viagem, dos acidentes de trânsito, problemas ambientais, como ruído, vibração, poluição atmosférica e consumo crescente de energia que têm chamado a atenção dos tomadores de decisão (ALTERKAWI, 2006). No planejamento de sistemas de transporte urbano existe a relação com o conceito de mobilidade urbana sustentável, que contribui ao estado econômico e social sem trazer prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, integrando as dimensões econômicas, ambientais e sociais (SILVA *et al.*, 2008).

Um projeto de sistema de transporte urbano que leve em consideração o conceito de mobilidade sustentável requer comprometimentos de longo prazo e grandes investimentos de capital. O problema relacionado a transportes é que um bom traçado ou uma boa configuração de malha não é uma escolha óbvia, pois os critérios e atributos envolvidos na seleção são dos mais diversos possíveis e os agentes envolvidos no processo, tais como políticos, engenheiros, usuários, ambientalistas e outros grupos de interesses geralmente não possuem objetivos e limitações em comum. Observa-se outro problema, que na etapa de planejamento os dados utilizados para decisão são geralmente escassos e muitas vezes não confiáveis, os custos variados, incertos ou

subestimados e, além disso, critérios não quantificáveis ou atributos externos devem ser levados em consideração, como alterações no tipo de uso do solo, poluição atmosférica e sonora, segurança de usuários e da população, impactos no mercado imobiliário, entre outros (DUFOURD *et al.*, 1996).

A seleção de alternativas para o transporte público tem sido uma das principais decisões no planejamento dos novos sistemas ou na expansão dos já existentes em áreas urbanas. O processo decisório envolve uma decisão estratégica por parte dos agentes envolvidos, que buscam informações que possibilitam uma melhor análise e definição das decisões.

Para que ocorra essa seleção deve-se ter a preocupação em realizar uma análise criteriosa das características tecnológicas, dos passageiros a serem transportados, das condições urbanas e do sistema onde ele será inserido. Nesse sentido, pode-se observar o nível de dificuldade na tomada de decisão, pois a seleção da tecnologia mais adequada está relacionada a fatores e atributos como custo, capacidade ofertada, segurança, potencial de atendimento em áreas centrais e periferias, impactos ao meio ambiente, infraestrutura disponível, etc.

O uso de ferramentas que auxiliam os gestores na tomada de decisão possibilita uma análise mais consistente e detalhada, adequada às necessidades dos gestores, da comunidade e do meio-ambiente. No estudo da tomada de decisão vários métodos têm sido desenvolvidos. Entre as metodologias de tomada de decisão mais usadas no planejamento de sistemas de transportes, estão análises custo-benefício e abordagens multicritério. (INIESTRÁ e GUTIÉRREZ, 2009). No estudo de tomada de decisão surgiu um novo método fundamentado em uma lógica alternativa à clássica, à lógica paraconsistente, a qual recebe o nome de Método Paraconsistente de Decisão (MPD).

O MPD utiliza uma nova espécie de lógica, que consegue lidar com dados incertos e contraditórios, sem se tornar trivial. Essas lógicas podem ser usadas como lógica subjacente para teorias inconsistentes, porém não triviais, ideia que pode ser estendida, também, para conjuntos de informações, conjuntos de dados etc.

Deste modo, busca-se nesta pesquisa estudar a aplicação da lógica paraconsistente na seleção de alternativas tecnológicas de transporte e para isso faz-se necessário o levantamento teórico sobre Transporte Público Urbano e Tomada de Decisão, bem como sobre a Lógica Paraconsistente para auxiliar no entendimento sobre

o processo decisório, os modelos de decisão, em especial, sobre o Método Paraconsistente de Decisão, não só para entender as particularidades e aspectos dos modelos existentes, mas para embasar a utilização do método utilizado por este trabalho.

Nesse sentido, a pesquisa pretende desenvolver um instrumento para avaliação e seleção das diversas tecnologias de transporte público utilizando a lógica paraconsistente a fim de escolher a melhor alternativa para determinada cidade.

1.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O processo decisório sempre é um ponto que deve ser considerado de maneira particular, pois em função das decisões tomadas as consequências podem ser as mais variadas possíveis. Nesse sentido, o processo decisório deve ser muito bem planejado na utilização de ferramentas que auxiliem esse processo de maneira a minimizar os riscos e as consequências da escolha errada. No planejamento de transportes há uma preocupação na seleção da tecnologia de transporte mais adequado. Para isso, utilizam vários métodos para a tomada de decisão nos quais as soluções apresentadas são aderentes a ferramenta utilizada. O planejamento em transportes envolve diversas variáveis no processo decisório, tais como características sociais, uso do solo, político, ambiental, técnico e econômico, onde cada uma tende a um viés adequado a sua realidade.

Na seleção de uma tecnologia de transporte para as cidades e regiões é necessária a realização de um estudo detalhado para a identificação dos fatores e atributos que favoreçam o processo decisório de maneira a facilitar a análise e a tomada de decisão.

Nesse sentido, este estudo busca responder a seguinte questão:

“Como selecionar a tecnologia de transporte público de passageiros de média capacidade mais adequado para as condições das cidades?”

1.3 - HIPÓTESE

A hipótese considerada nesta pesquisa é:

“O uso da lógica paraconsistente permite selecionar a tecnologia de transporte público de passageiros de média capacidade mais adequado para as condições das cidades.”

1.4 - OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é o desenvolvimento de um instrumento para avaliação e seleção das diversas alternativas de transporte público utilizando a lógica paraconsistente.

E como objetivos específicos:

- identificação dos fatores e atributos do processo decisório na seleção de alternativas de transporte;
- formulação do método paraconsistente de decisão aplicado na seleção de alternativas de transporte;
- aplicação do método paraconsistente de decisão na seleção de alternativas de transporte;
- criação de cenários para aplicação do método paraconsistente de decisão na seleção de alternativas de transporte.

1.5 - JUSTIFICATIVA

As tecnologias de transporte público a ser selecionados para implementação nas cidades geram necessidades por técnicas modernas que possam auxiliar os gestores no processo decisório para que quantifiquem as informações constantes dos projetos de forma que seja definida a tecnologia mais adequada.

Percebe-se então a necessidade da elaboração de uma metodologia que auxilie no processo decisório de forma mais ágil e eficiente, no sentido de que possam ser aplicadas e repetidas sempre que necessário, e possam ser atualizadas com frequência para a seleção de tecnologias de transporte.

Apresentar um modelo para auxiliar no processo decisório de seleção de alternativas de transportes com a utilização da lógica paraconsistente é uma maneira de buscar vantagens no tratamento direto de informações imprecisas, conflitantes (contraditórias) e/ou paracompletas, podendo ser manipuladas por meio do algoritmo para-analisador que lhe confere critérios lógicos e que lhes imprime alta validade e fidedignidade, que nos últimos tempos vêm ganhando espaço e consideração nos diversos campos de pesquisa e possuem vantagens que derivam do fato que os

parâmetros de entrada sejam estabelecidos pela estrutura do pensamento dos especialistas, consolidando uma lógica coletiva traduzida em termos matemáticos.

Em razão da relevância do sistema de transporte coletivo urbano no contexto socioeconômico das cidades e da variedade de modelos, em atendimentos às diferentes demandas, em características técnicas, econômicas, infraestrutura viária necessária para a operação e, principalmente, em concepção e condição operacionais, é importante analisar técnica e economicamente o desempenho operacional dos diferentes tipos de tecnologias de transporte público para se escolher a tecnologia mais indicada em cada caso.

A necessidade de uma ferramenta que possa auxiliar no processo decisório para seleção de alternativas de transporte, em função de o processo decisório ser complexo e demorado, tendo diversos critérios e atributos envolvidos no processo decisório, acarreta esforços e gastos duplicados. Com a utilização do método paraconsistente pode-se haver a minimização dos erros na seleção de alternativas de transporte, bem como a diminuição dos custos envolvidos no processo.

Outro fator considerado é a expansão da aplicabilidade da lógica paraconsistente, demonstrando a vantagem em processo de tomadas de decisão e em proporcionar condições de novas pesquisas com o uso da ferramenta.

Assim, o presente estudo busca trazer uma contribuição para o processo de elaboração de planejamento de transportes, auxiliando na tomada de decisão, minimizando os riscos e antecipando ações para responder as incertezas e ameaças do ambiente.

1.6 – METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida segundo a abordagem metodológica quanto ao problema, tipo de pesquisa, aos objetivos estabelecidos e aos procedimentos técnicos.

Segundo a abordagem do problema, essa pesquisa foi desenvolvida mediante a utilização do método hipotético-dedutivo, que se inicia a pesquisa a partir de uma hipótese que orientou a formulação dos objetivos a serem alcançados no decorrer do estudo.

A pesquisa tem caráter quantitativo, pois foi quantificada a influência de cada indicador na seleção da tecnologia de transporte para o estudo de caso.

Quanto aos objetivos a pesquisa foi:

- exploratória, pois permite ao pesquisador aumentar sua experiência, tendo um aprofundamento do estudo e a aquisição de um maior conhecimento a respeito do problema.

- descritiva, pois seu objetivo foi expor as características de processo de decisão para seleção de alternativas de transporte, bem como estabelecer as relações entre as variáveis do processo.

- explicativa, pois teve como objetivo buscar e esclarecer os fatores que influenciam o processo de escolha das alternativas de transportes.

Quanto aos procedimentos técnicos, essa pesquisa foi do tipo estudo de caso, pois buscou analisar o processo para a seleção de alternativas de transporte, com a utilização do método paraconsistente de decisão a fim de verificar o mais adequado para o corredor em estudo.

O universo desta pesquisa se constitui nos eixos de transporte do DF, e como amostra foi selecionada o Eixo Sul, que se enquadra como não probabilística e por conveniência, visto que não foi utilizado nenhum meio estatístico para a obtenção do Eixo Sul e também devido a conveniência para realização da pesquisa que serviu de base desse estudo de caso.

A amostra da pesquisa poderia apresentar todos os eixos existentes no DF de maneira a selecionar a melhor tecnologia de transporte público para cada um, mas devido às semelhanças entre eles, escolheu-se apenas um eixo para que pudesse ser feito o estudo de caso mais profundo do que uma pesquisa tipo levantamento. Sabe-se que o resultado auferido neste trabalho não poderá ser aplicado diretamente nos outros eixos que fazem parte da população estudada.

Para a aplicação dos questionários junto aos especialistas da área de Transportes, foi utilizada a amostragem não probabilística e intencional, no qual os especialistas são selecionados pelo conhecimento do tema a ser estudado e escolhido os elementos julgados mais representativos da população. Segundo Carvalho e Abe (2011), o MPD apesar de não limitar o número de especialistas, não é aconselhável a utilização de menos de quatro especialistas, para que o resultado não fique dotado de muita subjetividade. A amostra para realização da pesquisa e aplicação do MPD na seleção de alternativas de transporte foram de 10 (dez) especialistas.

Para a coleta de dados nesta pesquisa utilizou-se como instrumento o questionário estruturado aplicado aos especialistas da área de transportes para que estes pudessem avaliar nos atributos apresentados a melhor tecnologia de transporte público para o Eixo Sul. Os especialistas foram das seguintes áreas: Financeiro, Consultor em Transportes, Docente da área de Transportes, Ambiental e Gestor Público.

Quanto aos meios, em relação à coleta, os dados receberam as seguintes classificações:

- Pesquisa bibliográfica, porque realizou estudos sistematizados em livros e documentos relevantes disponíveis ao público.
- Pesquisa de campo, realizada junto aos especialistas para obtenção das opiniões a fim de elaborar o método paraconsistente de decisão.
- Investigação *ex post facto*, pois se referiu a fatos já ocorridos, impossibilitando a manipulação ou controle das variáveis envolvidas na pesquisa.

Para complementar os objetivos do estudo, foi adotado o enfoque metodológico denominado como “método de pesquisa rápida” (*rapid assessment* ou *quick appraisal*) (RRA), proposto por Holtzman (2008). Trata-se de um enfoque pragmático, que utiliza, de forma combinada, métodos de coleta de informação convencionais nos quais o rigor estatístico é flexibilizado em favor da eficiência operacional.

Este enfoque é caracterizado por três elementos principais: o uso maximizado de informações de fontes secundárias, a condução de entrevistas informais e semiestruturadas com “agentes-chave” da cadeia e a observação direta dos estágios que a compõem. Este método de pesquisa foi aplicado na utilização dos atributos estabelecidos por Ciarlini (2009) e Moraes (2012), para que fossem definidos pelos especialistas a tecnologia de transporte que pudesse ser implementado no eixo considerado. (SILVA; SOUZA FILHO, 2007)

Foi solicitado aos especialistas que apresentassem os graus de crença e descrença para cada indicador, de maneira que fossem identificados a aceitação e rejeição para cada tipo de transporte público que poderia ser implementado no Eixo Sul.

Após a coleta de dados da pesquisa junto aos especialistas, os mesmos foram lançados e analisados no modelo elaborado e modelado em planilhas eletrônicas do *Microsoft Office Excell* para um melhor tratamento e análise dos mesmos.

Quanto a delimitação deste estudo, as variáveis que cercam o problema de pesquisa são:

- características dos fatores e atributos utilizados para seleção de alternativas de transporte público;
- qualificação dos especialistas;
- fatores ligados ao ambiente institucional (leis, normas, costumes, tradições); e
- assimetria de informação, relações contratuais entre os agentes e as formas de governança adotadas entre os agentes.

Outras variáveis que podem influenciar na análise do problema pesquisado são: fatores técnicos, organizacionais, econômicos e financeiros, sendo que todas essas variáveis podem influenciar no processo de decisão para seleção de alternativas de transportes públicos.

Para elaboração da dissertação foram realizadas diferentes atividades separadas em cinco macro-etapas conforme ilustração na Figura 1.1.

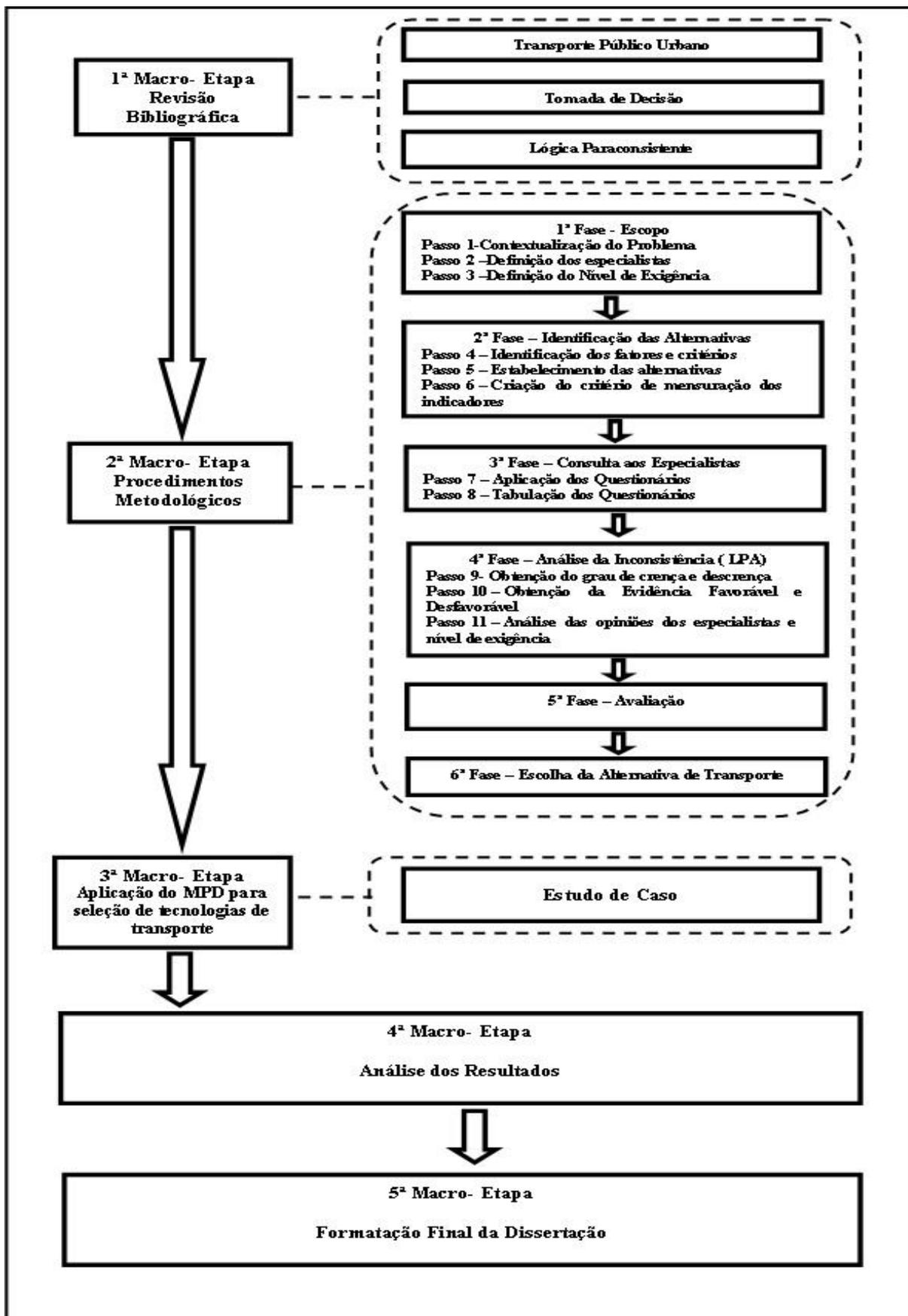


Figura 1.1- Estrutura Metodológica da Dissertação
Fonte- Elaboração Própria

A primeira macro-etapa desenvolvida foi a revisão bibliográfica em que são apresentadas as diferentes propostas de definição sobre transporte público urbano, os tipos de alternativas de transporte e, em seguida, sobre os critérios para seleção de alternativas de transporte. Posteriormente foram revisados os conceitos e diferentes modelos de tomadas de decisão. Em seguida foi apresentado os conceitos da lógica paraconsistente, bem como sua aplicação em processos decisórios.

Já a segunda macro-etapa está relacionada aos procedimentos metodológicos aplicados na seleção de alternativas de transporte, como a delimitação do método paraconsistente, o levantamento das informações fundamentais para o estudo, construção do instrumento para coleta de dados e delimitação dos critérios para a formulação método paraconsistente de decisão aplicado a transportes.

Na terceira macro-etapa consiste na aplicação do método paraconsistente de decisão para seleção de alternativas de transporte a partir do estudo de caso. É nessa etapa que se pretende verificar o quanto a proposta metodológica elaborada para tomada de decisão elaborada por Carvalho (2006) pode ser ou não utilizada em planejamento de transportes.

A avaliação dos resultados obtidos a partir das atividades obtidos com o estudo de caso constitui a quarta macro-etapa para realização da pesquisa. E por fim, a quinta macro-etapa a ser realizada consiste na formatação final da dissertação.

1.7 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi dividida em 7 capítulos no intuito de apresentar a aplicação da lógica paraconsistente em projetos de transportes, quanto à seleção de alternativas, além das referências bibliográficas e apêndices. Após este capítulo introdutório, os três capítulos seguintes apresentam a base teórica necessária para o entendimento do trabalho e a metodologia que será aplicada.

O Capítulo 2 trata dos conceitos, os tipos de transporte público que atuam no cenário nacional e os critérios que podem ser utilizados para seleção das tecnologias existentes.

O Capítulo 3 aborda a Tomada de Decisão em Transportes, de maneira a trazer um embasamento sobre o processo decisório e as ferramentas que possam ser utilizadas para futuras análises.

O Capítulo 4 apresenta o conceito de Lógica Paraconsistente e sua aplicação, que possibilita o entendimento da aplicabilidade da lógica e o Método Paraconsistente de Decisão.

O Capítulo 5 detalha a metodologia e apresenta a aplicação do método paraconsistente, no qual demonstra o uso da ferramenta de maneira a selecionar a melhor tecnologia de transporte baseado nos critérios estabelecidos.

No Capítulo 6 será apresentado a aplicação do método na seleção de alternativas de transporte com base nos fatores e atributos selecionados e por fim, as principais conclusões, bem como as recomendações para estudos futuros, fecham o trabalho no Capítulo 7.

2 - TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

2.1 - APRESENTAÇÃO

O transporte público eficiente é a solução para a maior parte dos problemas no trânsito das grandes cidades brasileiras. Atualmente, estas cidades apresentam graves problemas de transporte e qualidade de vida, sendo que esta situação, infelizmente, só tende a piorar em curto prazo. De um lado, incentiva-se de todas as formas possíveis o uso do automóvel, do outro, abandona-se o transporte coletivo à própria sorte, sem os investimentos necessários para garantir sua eficiência.

Segundo DENATRAN (2012), nos últimos dez anos, a frota de veículos do país dobrou, chegando a 76 milhões de unidades, fazendo com que as grandes cidades e municípios de médio porte, sofram com o caos dos engarrafamentos.

A escolha da tecnologia de transporte mais adequado para cada sistema é um problema importante a ser considerado no processo de planejamento integrado dos transportes e desenvolvimento urbano.

Assim, conhecer o objeto transporte, mais especificamente o transporte público urbano de passageiros, bem como os fatores e atributos que podem ser necessários para seleção de alternativas de transportes. O capítulo inicia-se apresentando os conceitos de transporte. Em seguida, será tratado o tema transporte público urbano, notadamente o transporte coletivo de passageiros, suas características e as principais tecnologias. Posteriormente, serão apresentadas as tecnologias de transportes públicos, bem como suas características, os quais serão a base para o entendimento para a seleção do transporte público urbano. Por fim, são apresentados os tópicos conclusivos.

2.2 - CONCEITOS DE TRANSPORTE

Para a realização do presente estudo é necessário o entendimento sobre as definições sobre Transporte, como pode ser observado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Definição de Transporte

Autor	Definição de Transportes
Ferraz e Torres (2004)	Denominação dada ao deslocamento de pessoas e de produtos.
Rodrigues (2003)	Deslocamento de pessoas e pesos de um local para o outro.
Manheim (1979)	O movimento de pessoas e bens de um lugar para outro.
Ceftru (2007a)	O deslocamento intencional de pessoas e cargas.

Fonte: Elaboração Própria

Dos conceitos apresentados pode-se concluir que o transporte possui a função de integrar áreas distintas, diminuindo o intervalo de tempo nos deslocamentos.

Segundo Rodrigues (2003), *apud* Galindo (2009), transporte seria a movimentação de pessoas de um local para o outro.

No entanto, CEFTRU (2007b) apresenta a definição de transporte como algo mais específico, entendido como o deslocamento intencional de pessoas e cargas. Galindo (2009) apresenta o conceito de forma semelhante e enquadram o transporte na taxonomia dos movimentos, onde podem ser divididos em não intencionais e intencionais, sendo o transporte inserido como um movimento intencional, semelhante a outros tipos de movimentos, como a energia e de mensagens. (Figura 2.1).

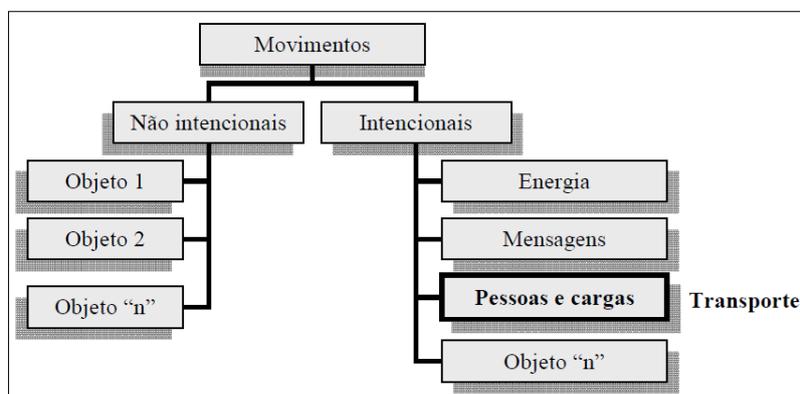


Figura 2.1 - Taxonomia do movimento
Fonte: Galindo, 2009

O transporte pode ser entendido de uma forma mais específica e concreta. Não é apenas um movimento qualquer de objetos ou pessoas o transporte, ele é um tipo especial de movimento em que para ser caracterizado como tal, pois é necessário haver uma intenção, um motivo, uma necessidade. É um tipo de movimento com uma finalidade de transportar pessoas ou cargas. (GALINDO, 2009).

Como entendido em Galindo (2009), o transporte é um conjunto de três elementos (Figura 2.2):

- o sujeito;
- o objeto; e
- o meio de transporte.

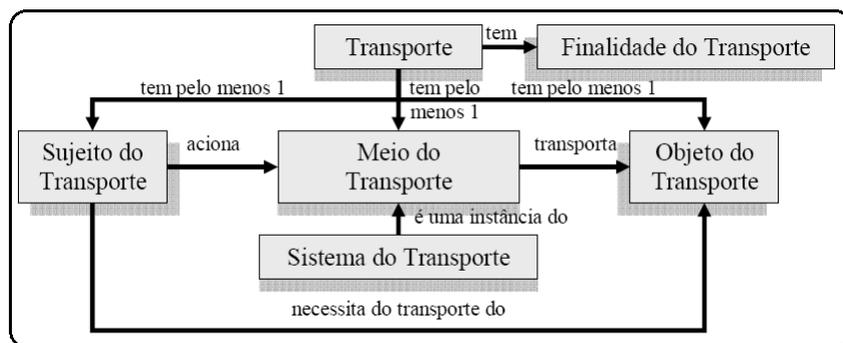


Figura 2.2 - Estrutura semântica do transporte
Fonte – Galindo, 2009

Observa-se que o meio de transporte é aquilo que realiza, que executa o transporte, mediando o sujeito de transporte com o objeto de transporte, que se compõe de um conjunto de elementos físicos e lógicos, que perfazem um sistema designado de sistema de transporte. O objeto do transporte é aquilo cujo deslocamento é demandado pelo sujeito e é movimentado no processo de transporte, podendo constituir-se de pessoas e de cargas. (GALINDO, 2009)

No caso do transporte de passageiros, o sujeito e o objeto se confundem, pois o indivíduo (ora sujeito) busca os meios de transporte para deslocar a si próprio (ora objeto) para realizar as necessidades demandadas.

2.3 – TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Um Sistema de Transporte Coletivo planejado aperfeiçoa o uso dos recursos públicos, possibilitando investimentos em setores de maior relevância social. As tecnologias de transporte coletivo de passageiros podem atender demandas variadas com maior produtividade, em cada qual esfera de atuação. Devido a maior flexibilidade, custo de investimentos e de aquisição para operação em relação aos demais, apesar da capacidade menor, o ônibus ainda é a principal tecnologia de transporte coletivo na maioria das cidades brasileiras, além de atuar como complemento a sistemas de alta capacidade.

Dada a importância do transporte coletivo para melhorar a qualidade de vida nas cidades, os planejadores de sistemas de transportes adotaram em todo o mundo a priorização do transporte coletivo de passageiros. Uma das maiores dificuldades para se implantar este tipo de sistema de transporte é o desenvolvimento de estratégias que levem ao equilíbrio de oferta e demanda, com otimização de seu desempenho. O desempenho é avaliado por dois critérios básicos: eficiência (capacidade do sistema de

utilizar os recursos disponíveis para realizar o serviço); e eficácia (nível de qualidade alcançado na realização destes serviços). (RODRIGUES,2003).

Devido à multiplicidade de tecnologias que os sistemas de transportes urbanos podem apresentar, toma-se necessária uma classificação adicional que, segundo Vuchic (2007), se divide basicamente em três grupos: em função do tipo de uso; do tipo de agrupamento de passageiros transportados; e segundo as características operacionais. (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Classificação das tecnologias de transporte público

CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIAS	CARACTERÍSTICAS
TIPO DE USO	Privado ou Particular	Sistemas de transporte operados por seus próprios donos para uso particular
	Aluguel ou Fretado	Serviço de transporte oferecido por um operador a todos aqueles que tenham condições de pagar pelo serviço. O preço depende das condições da viagem – distância, condições das vias – e/ou do cliente – idade, quantidade de passageiros.
	Público ou de Massa	Serviço de transporte urbano de passageiros, com rotas e horários fixos disponíveis a todos aqueles que paguem a tarifa pré-estabelecida.
TIPO DE AGRUPAMENTO DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS	Individual	Sistema de transporte nos quais cada veículo serve a uma pessoa ou grupo organizado.
	Coletivo	Sistema de transporte carrega pessoas sem relações entre si no mesmo veículo.
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	Categoria de direito de circulação	Representado pela faixa de terreno onde o sistema de transportes opera. - Categoria C ou Via Partilhada: quando a faixa para o sistema em questão também é usada por outros tipos de tráfego. - Categoria B ou Via Segregada: existe a separação longitudinal do tráfego do sistema em questão dos outros tipos de tráfego, porém permite-se o cruzamento transversal de veículos e pedestres. - Categoria A ou Via Exclusiva: quando a faixa é usada apenas pelo sistema em questão, podendo ser subterrânea, elevada ou em nível.
	Tecnologia empregada	Refere-se aos aspectos mecânicos dos veículos e das vias. - Suporte: é o contato vertical entre o veículo e a via; - Orientação: refere-se ao tipo de orientação lateral dos veículos; - Propulsão: refere-se ao tipo de geração e de transmissão das forças para aceleração dos veículos; e - Controle: é a forma de regular a viagem de um ou mais veículos no sistema
	Tipo de serviço	Quanto a rotas e viagens: serviço local, serviço urbano e serviço regional; Quanto a programação de viagens: serviço parador, serviço acelerado e serviço expresso; e Quanto a Programação de Horário: serviço regular, serviço sazonal e serviço especial.

Fonte – Adaptado de Vuchic (2007)

Os dois principais modos utilizados para o transporte público de passageiros disponíveis nos centros urbanos brasileiros são: ferroviário e rodoviário.

Os veículos que fazem o transporte público urbano por meio rodoviário – ônibus e trólebus – normalmente operam compartilhando o espaço das vias com os demais veículos (trânsito misto) (MOLINERO e ARELLANO, 2005; VUCHIC, 2007). Em algumas cidades, no entanto, foram criados sistemas de ônibus que circulam por vias exclusivas adquirindo características de modos ferroviários, conhecidos genericamente como *Bus Rapid Transit* (BRT).

Os principais representantes do modo ferroviário urbano são o bonde, o veículo leve sobre trilhos (VLT), o trem rápido, o metrô, o trem suburbano e o monotrilho.

A Tabela 2.3, apresenta as principais características das principais tecnologias de transporte público urbano.

Tabela 2.3 - Comparativa das tecnologias de Transporte Público

Característica	Ônibus Convencional	BRT	VLT	Monotrilho	Metrô	Trem Metropolitano
Custo médio de implantação (US\$ milhões/Km)	2 a 5	15 a 40	20 a 50	40 a 70	80 a 120	50 a 90
Capacidade máxima típica de transporte (mil passageiros por hora)	4,8	10 a 30	10 a 40	15 a 50	25 a 80	25 a 45
Capacidade mínima típica (passageiros por hora)	1000	2.000	2.000	3.000	10.000	7.000
Velocidade média (Km/h)	17	25 a 60	25 a 40	40 a 60	40 a 90	40 a 90
Tempo de implantação	1 ano	2 a 5 anos	5 anos	2 a 5 anos	9 anos	8 a 10 anos
Ruído (dB)	70 a 90	70 a 90 (elevado)	60 a 80	60 a 80	75 a 100	80 a 90
Conforto	Menor conforto, superlotação, vibração exagerada e solavancos.	Menor conforto (sofre com interferências de freadas e semáforos)	Conforto médio (sofre com a interferência de semáforos e trânsito)	Maior conforto (para somente em estações; menor tempo de trajeto; passageiro pode apreciar a paisagem)	Maior conforto (para somente em estações; menor tempo de trajeto)	Maior conforto (para somente em estações; menor tempo de trajeto)
Interferência no trânsito	Alta (via partilhada)	Alta	Alta	Mínima (se elevado)	Mínima (se subterrâneo)	Mínima
Custo previsto em desapropriação	Baixo	Elevado	Elevado	Baixo	Médio	Médio
Interferência durante construção	Baixa	Elevada	Elevada	Média	Baixa	Baixa
Capacidade de atrair usuários do transporte individual	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta	Alta
Relação da emissão de carbono/passageiro transportado	Alta	Alta	Média	Baixa	Baixa	Baixa
Ciclo de Vida (Anos)	5	7	30	30	50	40

Fonte – Adaptado pelo autor (Arias (2001), Alouche (2007), Kennedy (2007), Ministério das Cidades (2008), NTU (2009), Oliveira (2009), e Monorail Society (2012))

2.4 - FATORES E ATRIBUTOS UTILIZADOS PARA SELEÇÃO DE TECNOLOGIA DE TRANSPORTE PÚBLICO

A seleção de tecnologia de transporte para as cidades, que atenda as necessidades da população, é um dos tópicos principais em planejamento de transporte, pois geram diversas abordagens e tendências quanto à definição da tecnologia que melhor atende.

O equilíbrio entre a maximização da qualidade de serviço, a minimização dos custos, o menor impacto ao meio ambiente e que defere aos anseios políticos é um dos maiores objetivos do planejamento de transportes, mas para que esse objetivo seja alcançado os fatores e atributos relevantes para determinado tipo de projeto devem ser estabelecidos de forma minuciosa e adequada a cada tipo de projeto.

Ciarlini (2009) identificou os principais fatores e atributos que podem ser utilizados para seleção de tecnologias de transporte de massa, no qual levou em consideração a seleção de diversos trabalhos que abordavam a utilização de variáveis para a seleção de tecnologias de transportes. Foram selecionados na pesquisa, os fatores e atributos que se mostraram mais relevantes para seleção de tecnologias de transporte de massa para cidades.

Ciarlini (2009) selecionou os seguintes critérios para seleção de tecnologias de transporte:

- Aspectos econômicos, são os fatores que fazem parte dos valores envolvidos no planejamento de transportes, como o custo da obra, custo de desapropriações, custo de reassentamento e custo operacional.

- Aspectos Sociais, considera-se os impactos trazidos por um novo sistema de transporte urbano, sejam os benefícios ou os problemas que o empreendimento poderá trazer para a população da cidade. Neste critério estabeleceu a divisão de análise os aspectos relacionados à cidade e aos usuários.

- Aspectos ambientais, são interferências em áreas de vegetação nativa ou de proteção ambiental, travessia em áreas de parques, pastagens, ou de agricultura, além de interferências nos recursos hídricos, qualidade do ar, e ruídos.

A Tabela 2.4 apresenta a lista de critérios selecionados a partir de trabalhos de destaque na literatura de transportes de maneira a auxiliar na escolha da melhor

tecnologia para um dado sistema buscando atender aos interesses dos diferentes agentes envolvidos no processo, além de garantir a sustentabilidade em longo prazo.

Tabela 2.4 – Critérios para seleção de tecnologias de transporte

CRITÉRIOS	ATRIBUTOS
Aspectos econômicos	Custo de projeto Custo da obra Custo de desapropriações Custo de reassentamento Custo operacional
Aspectos da cidade	Impactos no tráfego Impactos em acidentes de trânsito Poluição visual Impacto em áreas históricas Impactos no mercado imobiliário Impactos no uso do solo Impactos na ocupação do solo
Aspectos dos usuários	Cobertura do serviço Tempos de viagem Número de transferências Conectividade com outros modais
Aspectos ambientais	Interferências em áreas de vegetação urbana e parques Interferências em áreas de proteção ambiental Interferências em áreas de pastagens ou de agricultura Interferências nos recursos hídricos Qualidade do ar Ruídos

Fonte – Adaptado de Ciarlini e Correia (2011)

Corroborando com os estudos, Moraes (2012) apresenta a influência do fator político na tomada de decisão para projetos de transportes, apresentando os *stakeholders* que fazem parte do processo e o nível de influência na decisão. Observa-se que alguns aspectos são considerados, como a posição política, o relacionamento dos agentes envolvidos, as ações e recursos que possibilitam o convencimento e o interesse no projeto.

Pode-se considerar como fatores de influência em processos decisórios para seleção de tecnologias de transporte os aspectos econômicos, da cidade, dos usuários, ambientais e políticos, que interferem diretamente ou indiretamente em qualquer decisão relacionados a projetos de transportes.

2.5 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

Neste capítulo procurou-se apresentar o conceito de transporte, os tipos e os fatores e atributos utilizados para seleção de tecnologias de transporte de massa. Considerando os conceitos conclui-se que o transporte tem como objetivo final a

garantia das condições necessárias ao bom deslocamento do sujeito e/ou objeto. Por bom deslocamento entende-se o deslocamento eficiente, eficaz e que permita a mobilidade do objeto a ser transportado.

Além do entendimento do fenômeno de transportes, foram apresentados os tipos de transporte público que podem ser classificados em função do tipo de uso, do tipo de agrupamento de passageiros transportados e segundo as características operacionais.

Outra abordagem foi quanto as tecnologias de transporte público urbano, no qual foram apresentados os principais disponíveis nos centros urbanos brasileiros, o ferroviário e o rodoviário. No modal ferroviário, destacam-se o VLT, Monotrilho, Trem Urbano e Metrô, e no rodoviário, BRT e o Ônibus Convencional.

Foram apresentados os atributos e critérios utilizados para seleção de tecnologias de transporte de massa, que permite identificar as possibilidades de utilização e de escolhas em projetos de transporte, a qual permite realizar uma análise levando em consideração os fatores de cálculos os fatores e atributos mais importantes.

Pode-se concluir que o entendimento do fenômeno de transportes, bem como os critérios e atributos aplicados ao setor permite ao gestor variáveis que auxiliem na tomada de decisão e assim selecionar a tecnologia de transporte mais adequada para as cidades.

3 - TOMADA DE DECISÃO EM TRANSPORTES

3.1 - APRESENTAÇÃO

As decisões fazem parte de todas as atividades humanas, tanto no nível pessoal como em nível organizacional, e diversas dessas decisões são tomadas de maneira informal ou intuitiva. No entanto, ao longo dos tempos, a necessidade de melhores decisões levou à busca de abordagens sistemáticas e estruturadas que conduzissem a um processo de decisão mais satisfatório.

O objetivo principal de uma ferramenta de apoio à decisão é aprimorar sua racionalidade, ou seja, aumentar a perspectiva de que uma escolha conduza a um resultado satisfatório. A escolha racional pode ser definida como sendo aquela que se baseia em tudo que o decisor sabe, julga e sente, satisfazendo suas preferências de forma eficaz e lógica. A racionalidade em uma decisão melhora sua qualidade na medida em que se baseia em todo o conhecimento e expertise disponíveis, além de tornar transparentes as motivações subjacentes (BROWN, 2005).

Nesse capítulo serão apresentados à definição de tomada de decisão, tendo em vista que essas são as bases para o desenvolvimento da metodologia proposta no trabalho, de maneira a trazer um melhor entendimento e aplicabilidade da ferramenta no processo de decisão. O entendimento possibilitará analisar o processo de decisão aplicado na seleção de tecnologias de transporte, bem como as teorias envolvidas nesse processo.

3.2- DEFINIÇÃO DE TOMADA DE DECISÃO

Segundo Furtado e Kawamoto (2002), decidir é confrontar preferências, ou seja, quando há apenas um decisor, os conflitos giram em torno das preferências de quem decide, e quando a decisão envolve vários decisores, pode haver divergências em suas preferências, fazendo com que neste caso é necessário um conjunto de interações para avaliar os diferentes interesses e determinar-se uma situação de consenso.

Conforme Zeckhauser e Schaffer (1968), *apud* Furtado e Kawamoto (2002), a tomada de decisão caracteriza um processo de escolha e implica em alterações das rotinas de um indivíduo, de uma entidade ou de uma comunidade. Abramczuk (2009) define decisão como ato ou efeito de decidir, que significa escolher uma dentre várias tecnologias de ação que se oferecem para alcançar determinado propósito e renunciar a

todas as outras. Toda decisão é, portanto, um processo que envolve simultaneamente escolha e renúncia.

Para Carvalho (2006), a tomada de decisão na administração pode ser definida como a escolha consciente de um rumo de ação entre várias tecnologias possíveis para chegar a um resultado desejado. É importante atentar para os vários aspectos dessa definição:

- a tomada de decisão envolve uma escolha consciente, não uma reação involuntária ou inconsciente;

- a tomada de decisão implica a necessidade de decidir, ou seja, deve haver duas ou mais tecnologias disponíveis; e

- o rumo escolhido da ação leva a um resultado desejado.

Entende-se que a decisão é o processo pela seleção de uma alternativa que atenda os objetivos estabelecidos levando em consideração a preferência de quem decide, de maneira que chegue ao resultado almejado, considerando toda aquela ação que se desenvolva com a finalidade de solucionar determinado problema, possibilitando assim, a escolha da melhor opção entre as tecnologias propostas. Para que seja tomada determinada decisão é necessário entender o problema que se encontra envolvido, bem como as variáveis que fazem parte de processo, para assim, ter informações necessárias a fim de que sejam tomadas as decisões adequadas.

Abramczuk (2009) define a tomada de decisão como a solução de um problema, ou seja, é a seleção de uma alternativa entre as possíveis apresentadas de maneira a definir qual a mais viável para determinada situação.

Furtado e Kawamoto (2002), definem que um problema de tomada de decisão é caracterizado por um conjunto de objetos, alternativas e valores, no qual é necessário se considerar as várias soluções possíveis, chamadas de ações potenciais, que são explícita ou implicitamente definidas, no qual se pretende escolher a melhor, ou pelo menos chegar àquela que traga o menor número possível de inconvenientes. Verifica-se que o problema é algo que deve ser superado e solucionado, ou seja, deve ser identificado para que se possa tomar a decisão mais adequada a fim de que tenha os resultados almejados.

Neste estudo, admite-se a noção de problema como necessidade de escolher um dentre várias ações possíveis diante de uma situação, no qual ao identificar o problema é necessário que alguém haja de maneira a escolher uma ação dentre várias possíveis.

Segundo Abramczuk (2009), para a solução de um problema é necessário a consideração de alguns fatores, que auxiliam em sua estruturação de maneira a possibilitar o alcance ao resultado desejado. A identificação desses elementos se faz por meio de uma análise da situação, no qual determina a estrutura do problema. (Figura 3.1)

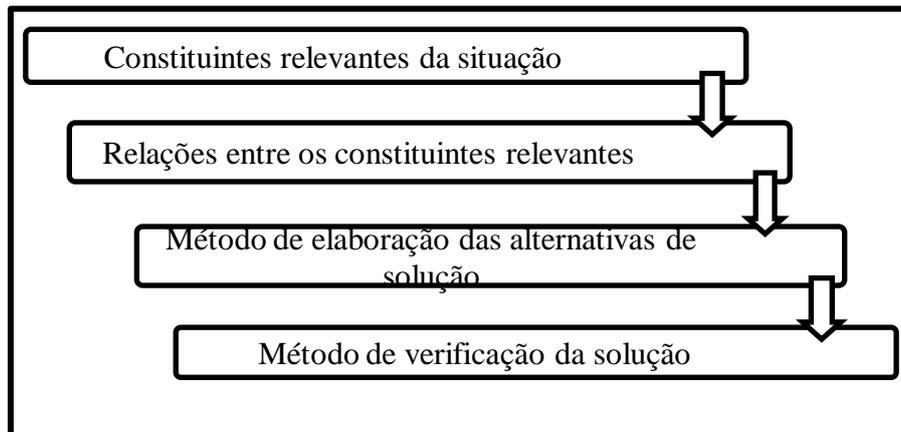


Figura 3.1 – Estrutura do Problema
Fonte – Adaptado de Abramczuk (2009)

Para Cassarro (1999) a tomada de decisões envolve um ciclo e é fundamental a existência de informações apropriadas a cada uma das fases do ciclo. (Figura 3.2)

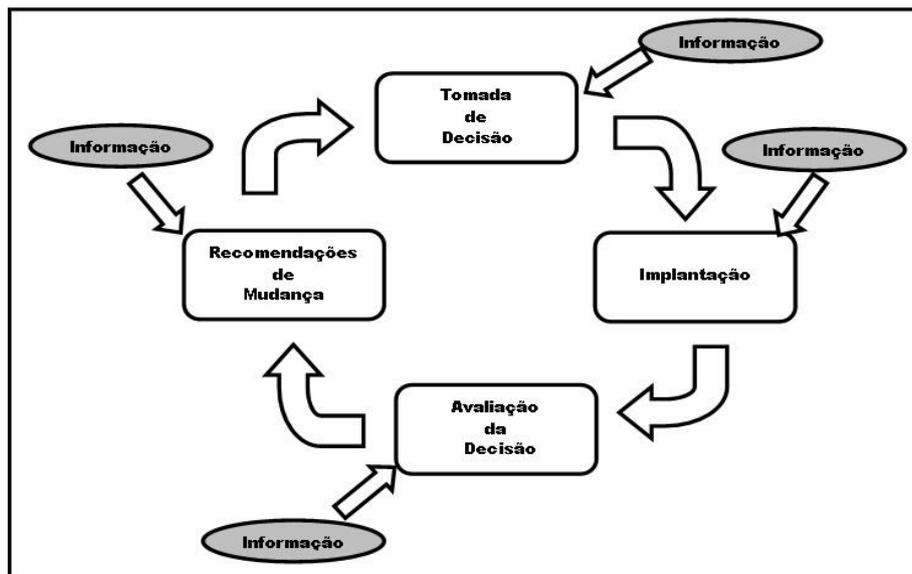


Figura 3.2 – Ciclo de Informações na Tomada de Decisão
Fonte: Adaptado pelo autor (Cassarro, 1999)

Assim, pode-se verificar na Figura 3.2 o quanto é importante as informações em cada uma das fases do processo de tomada de decisão, de maneira que se pode contar com informações adequadas e oportunas de maneira a favorecer na seleção da alternativa adequada.

3.3 - TIPOS DE PROBLEMAS E NÍVEIS DE DECISÃO

Segundo Turban e Aronson, (1998), *apud* Shimizu (2010), os problemas podem ser classificados em três categorias sob o ponto de vista da tomada de decisão.

O problema é considerado estruturado ou bem definido se sua definição e fases de operação para chegar aos resultados desejados estão bem claras e sua execução repetida é sempre possível. Temos como exemplo de problemas bem estruturados: folha de pagamento, lançamento contábil e operação de processamento de dados em geral.

Os problemas semiestruturados são problemas com operações bem conhecidas, mas que contém algum fator ou critério variável que pode influir no resultado, como acontece com o problema de previsão de vendas ou problema de compras.

Nos problemas não estruturados, tanto os cenários, como o critério de decisão, não estão fixados ou conhecidos a priori. Um exemplo de problema não estruturado é a operação de escolha da capa de uma revista semanal, na qual diversas alternativas estão previstas, mas todas podem ser substituídas, na última hora, se algum fato ocorrer. Segundo Shimizu (2010), a decisão sobre qualquer um dos tipos de problemas pode ser diferenciada por nível. A Tabela 3.1 exemplifica a relação e características dos níveis de decisão ao tipo de problema, permitindo o melhor entendimento do processo, bem como possibilitar a análise dos problemas existentes em uma organização em função do nível que se encontra.

Tabela 3.1 - Tipos de problemas e níveis de decisão

NÍVEL DE DECISÃO		OPERACIONAL	TÁTICO	ESTRATÉGICO
ESTRUTURADOS	CARACTERÍSTICAS	BEM DEFINIDO, REPETITIVO	PROCESSO DEFINIDO, RESULTADO VARIÁVEL	OBJETIVO BEM DEFINIDO, ALTERNATIVAS A SEREM ESCOLHIDAS
	DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DECISOR	DIAS/ UM MÊS CHEFE DA SEÇÃO	MESES/ UM ANO GERENTE	UM A CINCO ANOS DIRETORIA
	EXEMPLOS	CONTABILIDADE FOLHA DE PAGAMENTO	ANÁLISE DO ORÇAMENTO, PREVISÃO A CURTO PRAZO	INVESTIMENTOS, LOGÍSTICA
	COMPLEXIDADE	NENHUMA	BAIXA	MÉDIA
SEMIESTRUTURADOS	CARACTERÍSTICAS	BEM DEFINIDO, ROTINA VARIADA	DEFINIDO EM NÍVEIS DIFERENTES	NOVOS SERVIÇOS, PLANEJAMENTOS
	DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DECISOR	DIAS/ SEMANA CHEFE DA SEÇÃO	MESES A UM ANO GERENTE/ DIRETORIA	ANOS DIRETORIA
	EXEMPLOS	PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO, CONTROLE DE ESTOQUE	FINANCIAMENTOS, PRÊMIOS, PREPARAR PCP OU ORÇAMENTO	NOVA FILIAL, FUSÃO/AQUISIÇÃO
	COMPLEXIDADE	BAIXA	MÉDIA	ALTA
NÃO ESTRUTURADOS	CARACTERÍSTICAS	ROTINA SUJEITA A IMPREVISTOS	NÃO ROTINEIRAS	NOVOS EMPREENDIMENTOS
	DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DECISOR	DIAS/ POR PERÍODO CHEFE DE SEÇÃO, GERENTE	CASO A CASO GERENTE/DIRETOR	ANOS DIRETORIA, ACIONISTAS
	EXEMPLOS	CAPA DE REVISTA, LAYOUT DE JORNAL, COMPRA DE SOFTWARE	CONTRATAÇÕES, DEMISSÕES, NEGOCIAÇÕES, COMPRA DE EQUIPAMENTOS	NOVO PRODUTO, PLANEJAMENTO DE P&D, NOVA TECNOLOGIA
	COMPLEXIDADE	MÉDIA	ALTA	MUITO ALTA

Fonte- Adaptado de Turban e Aronson (1998), *apud* Shimizu (2010)

Pode-se verificar que níveis de decisão (Estratégico, Tático e Operacional) estão relacionados ao tempo, em que a decisão é tomada, de 5 anos até meses, independente do tipo de problema que está envolvido. Quanto maior o tempo para a tomada de decisão, mais alto é o nível em que se encontra o processo de decisão. Outro fator que deve ser observado é quanto a complexidade das decisões, que aumenta de acordo com o nível em que se encontra, e quanto ao tipo de problema a complexidade aumenta de acordo com a categorização do problema (Estruturado, Semi-Estruturado, Não Estruturado).

3.4 - PROCESSO DE DECISÃO

Toda organização passa por problemas quanto à decisão. Um colaborador poderia analisar o problema e escolher a melhor alternativa a ser tomada de maneira informal. Nas organizações, os problemas existentes apresentam uma elevada amplitude e complexidade, envolvendo riscos e incertezas para as decisões. A participação dos diversos agentes, em diferentes níveis da organização é necessária para a tomada de decisão. Todo processo de decisão em uma organização deve ser estruturado e

formalizado, de maneira que as ações sejam consistentes e transparentes. (Shimizu, 2010)

O processo de decisão depende do nível de complexidade envolvido, de acordo com as quantidades de informações e a necessidade de mais definições políticas como podemos observar na Figura 3.3.

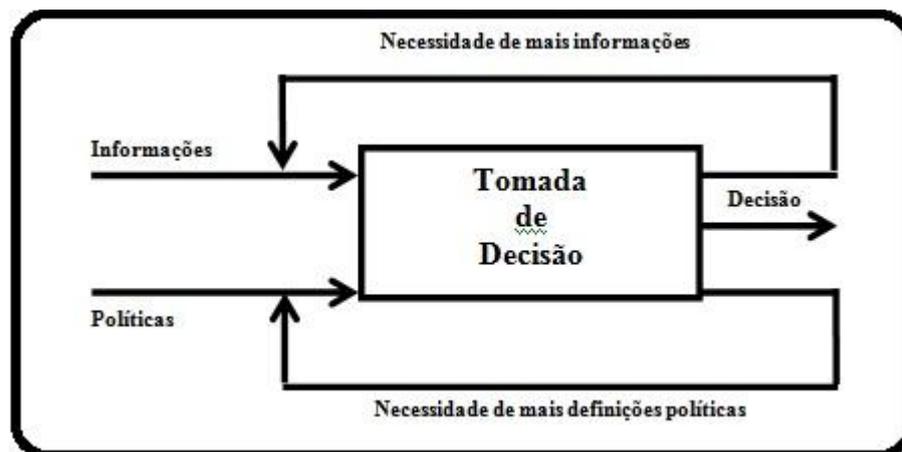


Figura 3.3 – Modelo esquemático de processo de decisão
Fonte: Furtado e Kawamoto, 2002

Processo de decisão é a cadeia de reflexões e ações que se estende entre o instante em que ocorre a percepção da necessidade de agir e o momento em que se escolhe uma linha de ação. Assim, suas etapas são:

1. Reconhecimento da necessidade de agir;
2. Determinação do propósito da ação;
3. Busca de alternativas de ação;
4. Classificação de alternativas;
5. Avaliação de alternativas; e
6. Decisão.

Simon (1977) salienta que o processo de decisão começa com o indivíduo e lhe permite solucionar problemas ou defrontar-se com situações. A subjetividade nas decisões individuais devido aos seguintes aspectos:

a. Racionalidade Limitada – é necessário que se tenha um número muito grande de informações que propicie ao tomador de decisão condições de analisar e avaliar a alternativa que melhor lhe atende.

b. Imperfeição nas decisões – As decisões não são perfeitas, e sim algumas são melhores que outras nos aspectos considerados.

c. Relatividade nas decisões – na escolha da alternativa que melhor atende é necessário que haja a renúncia das demais alternativas e elaboração de alternativas e uma sequência de novas situações ao longo do período.

d. Hierarquização nas Decisões – as decisões são guiadas por objetivos, e a hierarquização serve para distinguir o que seja um meio e o que seja um fim.

e. Racionalidade Administrativa – estabelecimento de métodos de rotina para selecionar e determinar os cursos de ação mais adequados e na sua comunicação às pessoas por ela afetadas.

f. Influência Organizacional – a organização retira de seus membros a faculdade de decidir independentemente sobre certos assuntos e a substitui por um Processo de decisão próprio e previamente estabelecido.

Simon (1987), apresenta o modelo de Processo de decisão no qual apresenta a relação entre as etapas e o retorno das ações estabelecidas (*feedback*), representado pela Figura 3.4:

a. Fase de inteligência ou investigação – exploração do ambiente e a realização do processamento de dados que possam identificar os problemas e oportunidades.

b. Fase do Desenho ou Concepção – é a fase da criação, desenvolvimento e a análise dos possíveis cursos de ação, no qual o tomador de decisão formula o problema, constrói e analisa as alternativas disponíveis baseadas em sua aplicabilidade.

c. Fase da escolha – é seleção da alternativa que melhor atende suas necessidades.

d. “Feedback”- é a reavaliação de algumas das fases do processo de maneira a fazer os ajustes necessários.

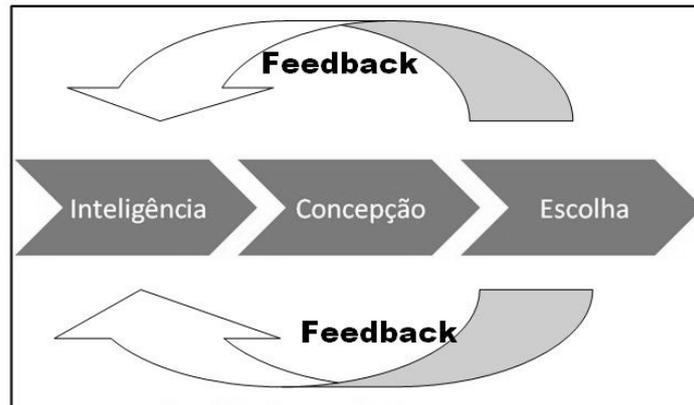


Figura 3.4 – O Processo de decisão proposto por Simon
Fonte – Adaptado Simon (1987)

Pode-se concluir que o processo de decisão deve seguir as seguintes etapas:

- a. Percepção da situação;
- b. Análise e definição do problema;
- c. Definição dos objetivos;
- d. Procura de alternativas de solução;
- e. Avaliação e comparação das alternativas;
- f. Escolha da alternativa mais adequada;
- g. Implementação da alternativa escolhida; e
- h. Avaliação dos resultados.

Para Furtado e Kawamoto (2002), os sistemas são distinguidos de acordo com as suas diversidades, complexidades, escalas ou outros atributos envolvidos. Um sistema possui entradas que são processadas para produzir as saídas, de acordo com um ambiente específico. O tipo de ambiente determina as consequências do sistema. Uma grande parte dos sistemas envolve ainda a realimentação. As saídas precisam ser avaliadas através da comparação com um determinado padrão. Essa comparação tem como objetivo verificar modificações necessárias na entrada para melhorar a qualidade da saída. Figura 3.5.

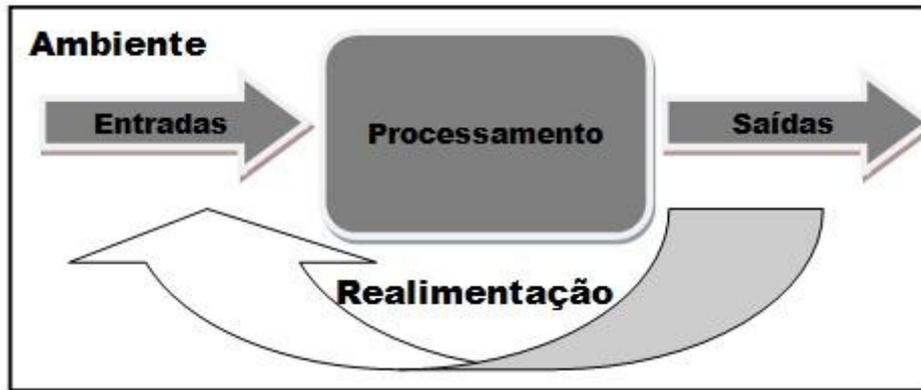


Figura 3.5 – Representação de um Sistema e seu Ambiente
Fonte: Adaptado pelo autor (Furtado e Kawamoto, 2002)

Kawamoto (1994) apresenta um conjunto de etapas que deve ser utilizado como instrumento de suporte na análise de sistemas de transporte para seleção de programas, planos e alternativas de transportes. Nesse sentido, esse autor mostra uma visão deste conjunto de etapas, ou seja, a visão conceitual da análise de sistemas de transportes compreendido em três etapas fundamentais (Figura 3.6):

- a primeira etapa é caracterizada pelo diagnóstico e tem o propósito de observar a situação presente e o futuro previsível. Com isso os problemas existentes ou passíveis de detecção futura são investigados nesta etapa, implicando na formulação correta do problema à luz dos objetivos definidos.

- a segunda etapa é analisada os planos, programas ou projetos. Investigam-se também as consequências das estratégias usadas para analisá-los. Estimam-se os custos e benefícios para as várias estratégias de análise.

- a terceira etapa ocorre à avaliação dos planos, programas ou projetos e a análise das consequências da tomada de decisão. Normalmente esta terceira etapa constitui uma síntese das duas anteriores.

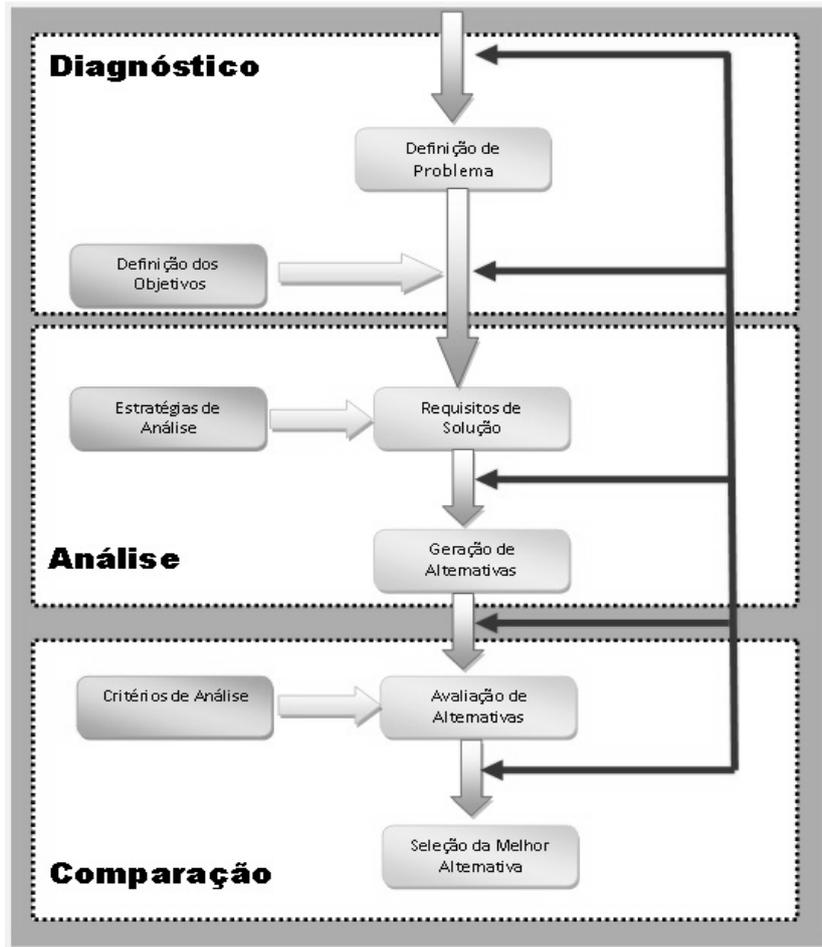


Figura 3.6 –Etapas de um processo de Análise de Sistemas
Fonte -Adaptado pelo autor (Furtado e Kawamoto, 2002)

Nesse sentido, observa-se que as etapas apresentadas possibilita um melhor entendimento do sistema de transportes, no qual as etapas apresentadas evidenciam sua relação entre os objetivos estabelecidos aos resultados alcançados no processo. A primeira etapa possibilita o entendimento das necessidades, pois com o diagnóstico apresentado têm-se condições de identificar as reais necessidades. Na segunda etapa, se estabelece os planos e ações a serem desenvolvidas. E na terceira etapa, com a avaliação das ações ocorrem as análises do que foi implantado e o resultado atingido com as ações.

3.5 - MODELOS E MÉTODOS PARA A TOMADA DE DECISÃO

Segundo Gomes e Gomes (2012), os modelos devem ser holísticos, interdisciplinares e permitir quantificação. Todo modelo para ser utilizado deve ser validado. Os modelos permitem a representação, entendimento, análise e quantificação

da realidade. Modelar é arte e ciência. Não existe receita, porém respeita princípios gerais e técnicas. Nesse sentido, a modelagem e a utilização dos modelos requerem que:

a. nenhum modelo seja a reprodução perfeita da realidade, pois os modelos são representações simplificadas do mundo real, e as simplificações são necessárias, pois o mundo real é normalmente muito complexo. Essas simplificações são conhecidas como assunções do modelo.

b. a avaliação do modelo seja feita nos termos e nos aspectos do estudo a ser realizado, pois um modelo só é válido para a finalidade para qual foi construído.

c. haja conscientização de que o modelo tem sua qualidade afetada pelo tempo disponível para confecção, pelo pessoal envolvido e pelos recursos materiais. (Gomes e Gomes, 2012)

Segundo Shimizu (2010), os modelos e métodos existentes e aplicáveis aos processos de decisões podem ser classificados em duas categorias: métodos e modelos usados para formular e estruturar as alternativas de decisão; e métodos que selecionam a melhor decisão. Shimizu (2010) salienta que a solução de qualquer problema de decisão em atividades empresariais, científicas ou artísticas pode ser visualizada em quatro etapas:

- percepção da necessidade de decisão ou oportunidade;
- formulação de alternativas de ação;
- avaliação das alternativas em termos de suas contribuições;
- escolha de uma ou mais alternativas para fins de execução.

O responsável por estruturar um modelo de decisão está encarregado de: “fazer as perguntas certas; detectar os elementos relevantes; identificar os parâmetros significativos; determinar os relacionamentos significativos entre os elementos e parâmetros selecionados; especular sobre o “tamanho certo” e a “formulação certa” do problema (limites: decisões de inclusão e exclusão dos elementos e parâmetros); avaliar a característica temporal do problema (ciclos de vida, duração, estabilidade e descontinuidades).”.

A Figura 3.7, mostra a correlação entre complexidade e incerteza e os correspondentes métodos de apoio à decisão no domínio dos problemas práticos. Esses

métodos denominam-se métodos de apoio à decisão porque auxiliam a estruturar e analisar alternativas de ação com vistas à consecução de um propósito. A solução do problema é a decisão, o ato de escolher uma alternativa de ação considerada adequada para a consecução do propósito. Os métodos de apoio à decisão não resolvem problemas, são apenas meios que contribuem com informações para que o ser humano os resolva. (ABRAMCZUK, 2009)

C O M P L E X I D A D E	ALTA	Métodos heurísticos	Métodos estocásticos
	NULA	Métodos determinísticos	Métodos inferenciais
		NULA	ALTA

Figura 3.7 – Correlação entre a complexidade e incerteza nos métodos de apoio à decisão
Fonte: Abramczuk (2009)

O Modelo Determinístico é o modelo em que todos os eventos estão ligados por relações de causalidade que excluem o acaso e a indeterminação (o princípio oposto é o casualismo, ou indeterminação objetiva).

O Heurístico é aquele que estimula ou guia um procedimento empírico do qual resultam alternativas satisfatórias de solução para um problema, mas não há como comprovar que se levantaram todas as alternativas possíveis de solução do problema; a melhor delas (a chamada solução ótima) pode não ter sido encontrada.

Estocástico são sistemas e processos cujo estado ou comportamento num instante futuro, são consequências do estado ou comportamento presente, não é totalmente determinado por este estado ou comportamento.

O Inferencial é o processo de passar de uma ou mais proposições ou julgamentos considerados verdadeiros para outra proposição ou julgamento cuja verdade se acredita decorrer da verdade das proposições ou julgamentos anteriores, consiste na aceitação do

pressuposto de eventos passados ocorridos sob determinadas condições podem ocorrer no futuro sob as mesmas condições.

Os métodos determinísticos e os heurísticos são empregados em condições de incerteza que, para fins práticos, é considerada nula. Em condições de incerteza não nula, empregam-se métodos estocásticos e inferenciais, ambos com raízes no Cálculo de Probabilidades. Os modelos de processos decisórios podem ser exemplificados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Modelos do Processo de decisão

	Tipos	Definição
Bethlem (1987)	Modelo de Simon	As decisões se dividem em programadas e não programadas. As primeiras são as rotineiras e repetitivas; as segundas são aquelas que não ocorrem com frequência e que, por causa de variáveis diversas, exigem uma resposta separada a cada vez que ocorrem.
	Modelo Militar	Também conhecido como análise da situação, foi largamente usado pelas forças armadas de várias nações. Sua divulgação maciça foi feita durante a segunda guerra mundial, devido ao trabalho de sistematização do treinamento feito pela Marinha dos Estados Unidos.
	Modelo Kepner e Tregoe	Trata do enfoque exclusivamente racional do modelo de decisão com a ausência total de utilização de ferramentas matemáticas e estatísticas e a ausência total de ferramenta de computação.
	Modelo de Pesquisa Operacional	Técnicas matemáticas que foram desenvolvidas durante a segunda guerra mundial para auxiliar as decisões.
	Modelo CPSI	O modelo que usa etapas que se interpenetram em um roteiro de solução de problema que se configura de acordo com a sequência de operações: achar fatos (facts finding); achar o problema (problem finding); achar idéias (ideas finding); achar soluções (solutions finding); Obter aceitação (acceptance obtaining).
	Modelo de Guilford	É uma descrição, pelo psicólogo, do processo interno de tratamento da informação, do que ocorre em cada participante do Processo de decisão. Paralelamente ao processo de geração de alternativas, que é um processo criativo, ocorre um processo julgamento e de avaliação.
	Modelo de Mintzberg	É decorrência de um estudo sobre 25 processos de decisão, estratégica feita junto a empresas, no qual o estudo levou a conclusão de que existe uma estrutura subjacente a estes processos considerados pelos autores como "não estruturados". Essa estrutura foi descrita em termos de 12 elementos, sendo 3 fases centrais, 3 conjuntos de rotinas de apoio e 6 conjuntos de fatores dinâmicos.

Continuação da Tabela 3.2 - Modelos do Processo de decisão

	Tipos	Definição
Furtado e Kawamoto (2002)	Modelo Racionalista ou Normativo	As alternativas são selecionadas para atender da forma mais otimizada possível alguma meta ou objetivo pré-selecionado.
	Modelo de Satisfação ou Comportamental	A primeira alternativa a apresentar um nível mínimo de aceitabilidade é inevitavelmente selecionada.
	Modelo Incrementalista	A tomada de decisão é movida mais pelos problemas do que pela preocupação em atingir os objetivos. As decisões são tomadas com base na diferença marginal das consequências entre a situação atual e as diversas situações propostas.
	Modelo Organizacional	As decisões são altamente influenciadas pela estrutura organizacional de uma entidade, considerando os diversos canais de comunicação e os procedimentos de operações existentes.
	Modelo de Barganha político ou misto	O processo de decisão é pluralístico e caracterizado por conflitos e poder de barganha.
Carvalho e Abe (2011)	Modelo Paraconsistente	O modelo se caracteriza pela utilização da lógica paraconsistente anotada e do algoritmo para-analisador para selecionar alternativas adequadas de acordo com as informações de especialistas.

Fonte – Adaptado de Bethlem (1987), Furtado e Kawamoto (2002) e Carvalho e Abe (2011)

Pode-se observar na Tabela 3.2, as características inerentes a cada modelo, sendo verificada a aplicação dos modelos de acordo com o momento em que a organização esteja vivendo. Os diversos modelos apresentados representam como as decisões são tomadas nas organizações, sendo que apesar de modelos específicos, as decisões nas organizações são modificadas em função do momento em que estejam passando e a decisão que precisa ser tomada. Cada organização, possui seu modelo em função do momento que esteja vivendo e em função de suas necessidades.

Shimizu (2010), afirma que a escolha do modelo depende da finalidade da decisão, da limitação do tempo e custo, e da complexidade do problema. Um problema pode ser considerado como complexo quando:

- a) O número de variáveis e/ou objetivos aumenta (são os problemas multidimensionais com múltiplos objetivos);
- b) a ocorrência dos valores das variáveis e/ou dos objetivos está sujeita a riscos ou incertezas; e
- c) os valores das variáveis e os objetivos são definidos de modo impreciso, nebuloso ou difuso (*fuzzy*).

Assim, com o entendimento sobre a tomada de decisão, processo de decisão, bem como os modelos e métodos aplicados pelas organizações, tem-se possibilidade de

identificar como são tomadas as decisões nas organizações e os fatores envolvidos nesse processo.

3.6 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

Nesse capítulo foi apresentada a tomada de decisão, definida como o processo de identificação e resolução de problemas. A tomada de decisão pode ser definida como a escolha consciente de um rumo de ação entre várias alternativas possíveis para chegar a um resultado desejado, ou seja, envolve uma escolha consciente, não uma reação involuntária ou inconsciente, implica na necessidade de decidir, devendo haver duas ou mais alternativas disponíveis, e o rumo escolhido da ação leva a um resultado desejado.

Os problemas são classificados como estruturados, semiestruturados e não estruturados. Os estruturados ou bem definidos são aqueles que os resultados desejados estão bem claros e sua execução repetida é sempre possível. Os problemas semiestruturados são com operações bem conhecidas, mas que contém algum fator ou critério variável que pode influir no resultado. Nos problemas não estruturados, tanto os cenários, como o critério de decisão, não estão fixados ou conhecidos.

O processo de decisão depende do nível de complexidade envolvido, de acordo com as quantidades de informações e a necessidade de mais definições políticas, no qual possibilita o entendimento e a relação entre as variáveis envolvidas.

Os modelos e métodos existentes aplicáveis aos processos de decisões podem ser classificados em duas categorias: métodos e modelos usados para formular e estruturar as alternativas de decisão, e métodos que selecionam a melhor decisão, no qual os usados para formular e estruturar as alternativas de decisão permitem o entendimento do problema e dispõe as melhores alternativas que trariam solução ao problema, e os que selecionam a melhor decisão, permitem a definição da solução de acordo com o que esteja estabelecido.

Os métodos podem ser classificados conforme o nível de complexidade e incerteza. Os determinísticos e os heurísticos são empregados em condições de incerteza que, para fins práticos, é considerada nula. Em condições de incerteza não nula, empregam-se métodos estocásticos e inferenciais. Quanto a complexidade os heurísticos e estocásticos apresentam alta complexidade e os métodos determinísticos e inferenciais baixa complexidade.

Os diversos modelos apresentados representam como as decisões são tomadas nas organizações, sendo que apesar de modelos específicos, as decisões nas organizações são modificadas em função do momento em que estejam passando e a decisão que precisa ser tomada. Cada organização possui seu modelo em função do momento que esteja vivendo e em função de suas necessidades.

4 - LÓGICA PARACONSISTENTE

4.1- APRESENTAÇÃO

Neste capítulo será apresentado a Lógica Paraconsistente (LP) como uma Lógica Não Clássica que é capaz de desafiar os conceitos defendidos pela Lógica Clássica, no qual se busca trazer uma revisão dos conceitos de lógica, desde a clássica até a paraconsistente, de maneira que seja visto e tenha uma visão sistêmica da ciência. (KRAUSE, 2004)

Alguns estudos têm sido desenvolvidos, como as do Grupo de Pesquisa em Lógica Aplicada - GLPA (2012), que investiga e apoia trabalhos desenvolvidos e direcionados às aplicações de técnicas de Inteligência Artificial que usam os conceitos das Lógicas Não-Clássicas. As pesquisas do GLPA são direcionadas para a criação de Sistemas Especialistas, de Automação e Controle fundamentados em Lógica Paraconsistente Anotada e aplicados em projetos tecnológicos abrangendo diversos campos do conhecimento, que mostra as aplicações e resultados obtidos por meio do uso da LP, no qual demonstra a preocupação no entendimento e desenvolvimento de pesquisa nesta área.

Será apresentado também a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial - Et que traz as proposições acompanhadas de anotações em formas de graus de evidência ou crença, onde se busca suas comprovações e procedimentos teóricos, de maneira a justificar sua aplicabilidade em tomadas de decisão em processos com dados imprecisos, inconsistentes e paracompletos. Por fim será apresentado o Método Paraconsistente de Decisão utilizado para auxiliar nos processos decisórios levando em consideração a regra de decisão e o algoritmo para-analisador na seleção da alternativa adequada.

4.2 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Lógica foi criada na Grécia Antiga por Aristóteles e seus seguidores. É originária dos pensamentos filosóficos e nasceu para tentar substituir as opiniões contraditórias. A Lógica é o instrumento que define os princípios universais do pensamento e assim, estabelece regras práticas ao conhecimento da verdade. Em uma definição mais moderna, a Lógica é um conjunto de normas deduzidas das leis

psicológicas com a finalidade de dirigir as operações do pensamento. (DA COSTA, 1994 e DA COSTA, 1997).

A Lógica pode ser classificada em Clássica e Não Clássica, como pode ser verificada na Figura 4.1.

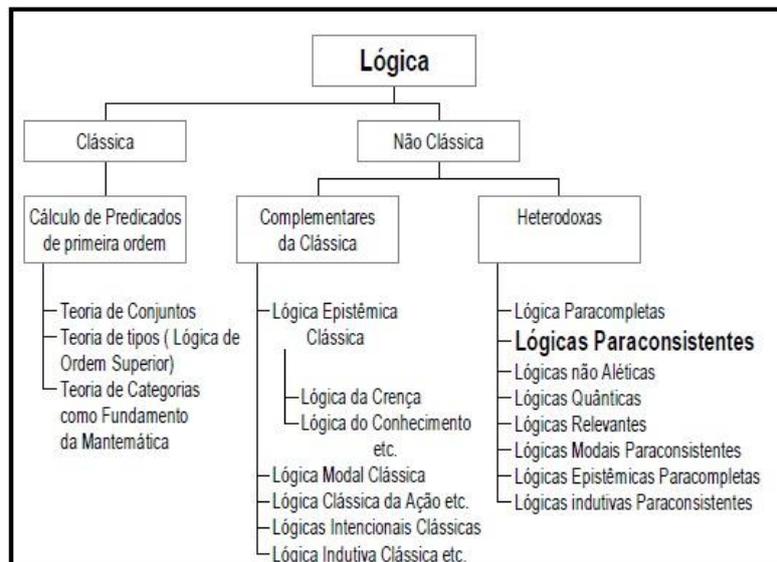


Figura 4.1 – Estrutura de Classificação da Lógica
Fonte- Lemes Neto & Venson (2002)

A Lógica Clássica é também conhecida por Lógica Aristotélica por atribuir a Aristóteles e seus discípulos o primeiro estudo formal do raciocínio conceituando-se um sistema lógico. (DA COSTA, 1997).

A importância da Lógica Clássica na história da humanidade se deve ao fato do conhecimento tecnológico atual estar sustentado pelos seus princípios, pois é binária e sempre levam em consideração duas situações apenas, ou é “Falso”, ou então é “Verdadeiro”. Nesse sentido considera-se “Falso” ou “Verdadeiro” sinais equivalentes aos valores 0 e 1. (DA SILVA FILHO E ABE, 2000).

Lemes Neto e Venson, (2002) apresentam os princípios centrais da Lógica Clássica:

- Princípio da identidade: onde “ $x = x$ ”, ou seja, todo objeto é idêntico a si mesmo;

- Princípio do Terceiro Excluído: “ $p \vee \neg p$ ”, ou seja, de duas proposições contraditórias (tais que uma é negação da outra), uma é verdadeira.

- Princípio da Não Contradição: “ $\neg(p \wedge \neg p)$ ”, ou seja, entre duas proposições contraditórias, uma é falsa.

- Princípio da Identidade Proposicional: “ $p \rightarrow p$ ”, ou seja, se uma proposição é verdadeira, então ela é verdadeira.

As Lógicas Não Clássicas caracterizam-se por ampliar, de algum modo, a lógica tradicional ou por infringir ou limitar seus princípios ou pressupostos fundamentais. Carvalho e Abe (2011), afirmam que as lógicas não clássicas compõem dois grandes grupos:

a. os que complementam o escopo da clássica, chamadas de complementares da clássica, que apenas complementam e não é capaz de expressar, tendo por base a lógica clássica ampliando assim seu poder de expressão (Lógicas Epistêmicas, Lógica Modal Tradicional, Lógicas Intencionais, etc); e

b. as que rivalizam a lógica clássica, também cognominadas heterodoxas, que restringem ou modificam certos princípios da lógica tradicional (Lógica *Fuzzy*, Lógicas Intuicionistas, Lógicas Multivaloradas, Lógicas Paracompletas, Lógicas Paraconsistentes, etc).

A Lógica Paraconsistente é uma lógica não clássica e teve como precursores o lógico russo Nikolai A. Vasiliev (1880-1940) e o lógico polonês Jan Lukasiewicz (1878-1956), que em 1910 independentemente publicaram trabalhos que tratavam da possibilidade de uma Lógica que não eliminasse *ab initio* as contradições. No entanto, estes trabalhos restringiram-se à lógica aristotélica tradicional. Somente em 1948 o lógico polonês Stanislaw Jaskowski e o lógico brasileiro Newton C. A. da Costa, independentemente construíram a lógica paraconsistente. Da Costa desenvolveu vários sistemas paraconsistentes contendo todos os níveis lógicos usuais, e é considerado um dos criadores da Lógica Paraconsistente. Mais recentemente, J. M. Abe e outros pesquisadores têm desenvolvido pesquisas e aplicações para a Lógica Paraconsistente no ramo de Ciência da Computação, Robótica, Inteligência Artificial, entre outros. (ARRUDA,1990, ABE,2006, DA SILVA FILHO, 2008, e RODRIGUES, 2010)

Existem na literatura duas abordagens principais da paraconsistência, uma é a da chamada escola brasileira de paraconsistência, baseada nas ideias de Da Costa, e a outra é a abordagem dialeteísta, defendida por Graham Priest, entre outros. (VARELA,2010)

Segundo Da Silva e Filho (2010) e Abe (2011), a característica principal da Lógica Paraconsistente é a manutenção contrária ao princípio do meio excluído, pilar da lógica clássica, pois propõe admitir contradição em seus fundamentos sem trivialização.

4.3 - APLICAÇÕES DA LÓGICA PARACONSISTENTE

De acordo com Da Costa (1999) e Da Silva Filho (2006), entre as áreas onde a Lógica Paraconsistente pode ser aplicada, destacam-se as seguintes:

a. Na matemática, com a axiomatização da teoria de conjuntos sem as restrições fortes postas para evitar paradoxos, e no estudo de determinadas estruturas abstratas que dão origem a contradições;

b. Na lógica epistêmica, em particular, em lógica de crença (com certeza mantemos crenças contraditórias em nossa vida);

c. Na física, especialmente para se tratar de teorias incompatíveis entre si, como a mecânica quântica e a relatividade geral;

d. Na computação, inteligência artificial e robótica;

e. Na psicanálise, disciplina que, segundo alguns autores, exige lógica paraconsistente; e

f. Nas questões de índole filosófica, como se dá com a dialética, a qual, em algumas formulações, requer ideias paraconsistentes.

Corroborando, Abe (2011) complementa as aplicações da Lógica Paraconsistente:

a. na área de Inteligência Artificial, são apresentados conceitos sobre a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ e seu reticulado associado, algumas aplicações do algoritmo Para-Analisador e tratamentos de incertezas para tomada de decisão;

b. na área de Engenharia de Produção, além de noções da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, apresenta-se os operadores dessa lógica, as regiões e regra de decisão, o Método Paraconsistente de Decisão (MPD);

c. em estudos de Robôs Móveis Autônomos, apresentam-se os robôs Emmy I, Emmy II e Emmy III, uma descrição geral de um Sistema de Navegação e Controle composto pelos subsistemas Mecânico, Sensoriamento e Planejamento e, alguns testes realizados com o Subsistema de Planejamento;

d. em estatística, há um estudo dos princípios da lógica paraconsistente para calcular o tamanho da amostra embasados nas teorias da Combinatória e da Lógica Paraconsistente Anotada. Apresenta-se um procedimento de cálculo simples e prático para obter um tamanho de amostra aceitável para coletar informações, organizá-las e analisá-las, bem como suas vantagens e desvantagens; e

e. em Redes Neurais Artificiais Paraconsistentes o reconhecimento de padrões, no qual apresenta uma breve ideia da rede neural artificial discutida e aplica-se a um estudo preliminar de um sistema paraconsistente para o reconhecimento de caracteres numéricos.

Segundo o GLPA (2012) a Lógica Paraconsistente pode ser utilizada como lógica subjacente a teorias inconsistentes, mas não triviais que implica no princípio da não contradição no qual deve ser de alguma forma restringida, a fim de que possam parecer contradições, mas deve-se evitar que de duas premissas contraditórias se possam deduzir uma fórmula qualquer. De certa forma estendem-se a lógica tradicional, permitindo certas investigações que não seriam possíveis à luz da lógica clássica, elas não visam eliminar a lógica tradicional, que permanece válida em seu particular domínio de aplicação. A Lógica Paraconsistente não é motivada somente por considerações filosóficas, mas também por suas aplicações e implicações, principalmente em processos de tomada de decisão. (LEITE,1999)

Murolo (2000), afirma que a Lógica Paraconsistente também é uma nova forma de controle de conhecimento incerto, possibilitando de forma consistente, mecanismos que refletem um maior refinamento no processo decisório.

4.4 - LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA)

Segundo Carvalho e Abe (2011) as lógicas paraconsistentes anotadas são da família de lógicas não clássicas, inicialmente, aplicadas em programação lógica. Blair, Subrahmanian, Kifer fizeram uso e aplicações em seus estudos da LPA, fazendo com que às aplicações obtidas, tornassem conveniente o estudo dos fundamentos da lógica subjacente às linguagens de programação investigadas, verificando que se tratava de uma lógica paraconsistente e que, em alguns casos, também continham características da lógica paracompleta e não-alética.

Na LPA as fórmulas proposicionais vêm acompanhadas de anotações. Cada anotação pertence a um reticulado finito τ , que atribui valores à sua correspondente fórmula proposicionais.

Segundo Angelotti (2001), as informações podem apresentar inconsistências e é tratada adequadamente e naturalmente por meio de conceitos e operadores da lógica evidencial paraconsistente.

Para o melhor entendimento da LPA é de grande importância o entendimento de sua representação gráfica, de maneira que as informações ali apresentadas sejam facilitadores para a solução de problemas. De acordo com Carvalho (2006), para a representação deve ser considerado o reticulado chamado de reticulado das anotações τ , onde o par $(0;0)$, seu ínfimo é representado por “ \perp ”; o seu supremo, o par $(1;1)$, é representado por “ \top ”, recebendo o nome de Diagrama de *Hasse*, que é considerado como um conjunto de objetos “ $\tau = \{\top, V, F, \perp\}$ ”, definindo uma estrutura matemática, representado pela Figura 4.2.

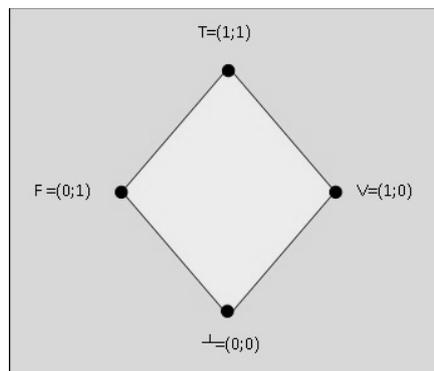


Figura 4.2 – Reticulo das Anotações
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Sendo:

“ \top ” - chamado de inconsistente (Evidência favorável máxima; Evidência contrária máxima);

“ \perp ” - chamado de paracompleto (Nenhuma evidência favorável; Nenhuma evidência contrária);

“ V ” – chamado de verdadeiro (Evidência favorável máxima; Nenhuma evidência contrária);

“ F ” – chamado de passado (Nenhuma evidência favorável; Evidência contrária máxima).

As regiões inconsistentes representam conclusões de evidência favorável máxima ou contrária máxima, tendo uma maior evidência para as conclusões (favorável ou desfavorável). As paracompletas representam nenhuma evidência favorável ou contrária, que mostra que não há evidências para a tomada de decisão. As verdadeiras representam evidência favorável máxima e nenhuma evidência contrária, que evidenciam a conclusão favorável, e na falsa nenhuma evidência favorável e evidência contrária máxima, ou seja, mostrando a inviabilidade nas conclusões.

Segundo Sanches *et al.* (2010), o método é apropriado ao tratamento de dados incertos, contraditórios ou paracompletos e consiste em estabelecer proposições e parametrizá-las para isolar os fatores de maior influência nas decisões.

4.5 - LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA EVIDENCIAL

O estudo da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$ é a base teórica que possibilita a realizar o entendimento do modelo a ser aplicado na análise de tecnologias de transportes. Tal justificativa se dá pelo fato do estudo dessa lógica permitir a manipulação de dados imprecisos, inconsistentes e paracompletos.

Segundo Carvalho e Abe (2011), na lógica $E\tau$ associa-se a cada proposição “ p ”, no sentido comum, uma constante de anotação constituída de um par $(a;b)$, sendo representado da seguinte forma: “ $p_{(a;b)}$. a e b ” variam no intervalo fechado real $[0,1]$. O par $(a;b)$ pertencente ao produto cartesiano $[0;1] \times [0,1]$. Intuitivamente “ a ” representa o grau de evidência favorável (ou grau de crença) expresso em “ p ”, e “ b ”, o grau de evidência contrária (ou grau de descrença) expresso em “ p ”. O par $(a;b)$ é chamado de constante de anotação ou, simplesmente, anotação e pode ser representado por “ μ ”. Assim, escreve-se: “ $\mu=(a;b)$ ”, sendo as proposições anatômicas da lógica $E\tau$ são do tipo “ p_μ ” ou “ $p_{(a;b)}$ ”.

Nesse sentido, podem ser destacadas algumas situações extremas, correspondentes aos chamados estados extremos (ou cardeais):

a. “ $p_{(1;0)}$ ” é a representação da evidência favorável máxima e nenhuma evidência contrária em “ p ”; diz-se que a proposição “ p ” é verdadeira (V) e que o par $(1;0)$ traduz o estado de verdade (V).

b. “ $p_{(0;1)}$ ” é a representação de nenhuma evidência favorável e evidência contrária máxima em “ p ”; diz-se que a proposição “ p ” é falsa (F) e que o par (0;1) traduz o estado de falsidade (V).

c. “ $p_{(1;1)}$ ” é a representação da evidência favorável máxima e evidência contrária máxima em “ p ”; diz-se que a proposição “ p ” é inconsistente (\top) e que o par (1;1) traduz o estado de inconsistência (\top).

d. “ $p_{(0;0)}$ ” é a representação de nenhuma evidência favorável e nenhuma evidência contrária em “ p ”; diz-se que a proposição “ p ” é paracompleta (\perp) e que o par (0;0) traduz o estado de paracompleteza (\perp).

e. “ $p_{(0,5;0,5)}$ ” pode ser lida como uma proposição indefinida (evidência favorável e evidência contrária igual a 0,5)

Assim, pode-se verificar que o conceito paracompleto é o dual do conceito de inconsistência. O par (0;0) é representado por “ \perp ”; o par (1;1), é representado por “ \top ”, sendo a representação do reticulado é chamado de diagrama de *Hasse* generalizado, conforme Figura 4.3.

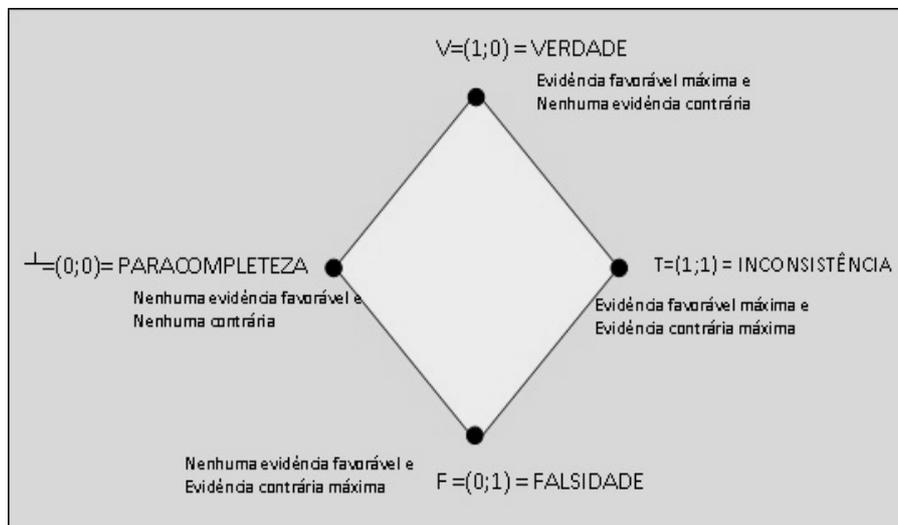


Figura 4.3 – Representação do reticulado τ das anotações
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Quanto à representação no plano cartesiano, o reticulado das anotações define o chamado quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC), como pode ser verificado na Figura 4.4.

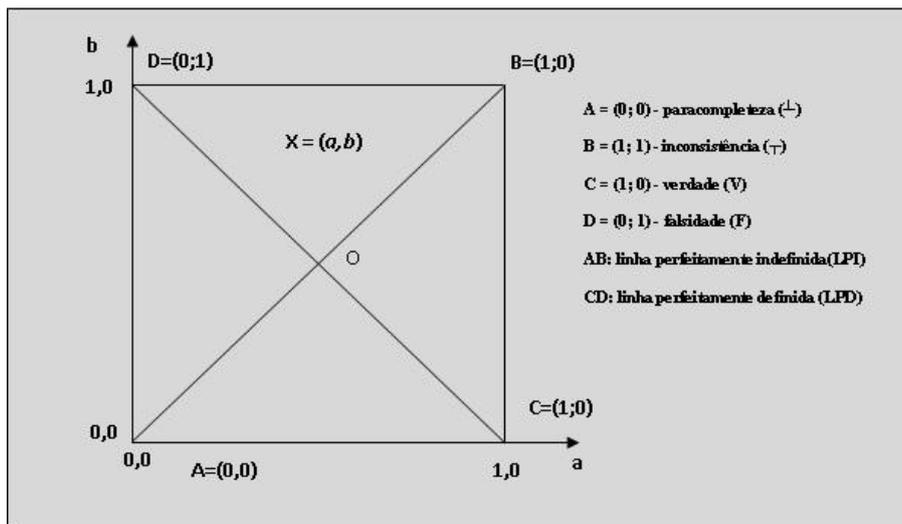


Figura 4.4 – Quadrado unitário do plano cartesiano
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Assim, pode-se verificar que para uma dada constante de anotação “ $\mu = (a; b)$ ”, são definidos: “ $G(a; b) = a + b - 1$ ”, que é chamado de Grau de Incerteza, e “ $H(a; b) = a - b$ ” é chamado de Grau de Certeza.

O segmento CD, onde o “ $G = 0$ ” é denominado de linha perfeitamente definida (LPD); o segmento AB, para o qual “ $H = 0$ ”, denomina-se linha perfeitamente indefinida (LPI).

O QUPC pode ser dividido em regiões que representam os estados lógicos com características diferentes. Uma divisão que seja atribuída ao reticulado que ele representa uma caracterização interessante e conveniente é a que se obtêm por meio das chamadas linhas limites, no qual se divide em doze regiões, como pode ser verificado na Figura 4.5.

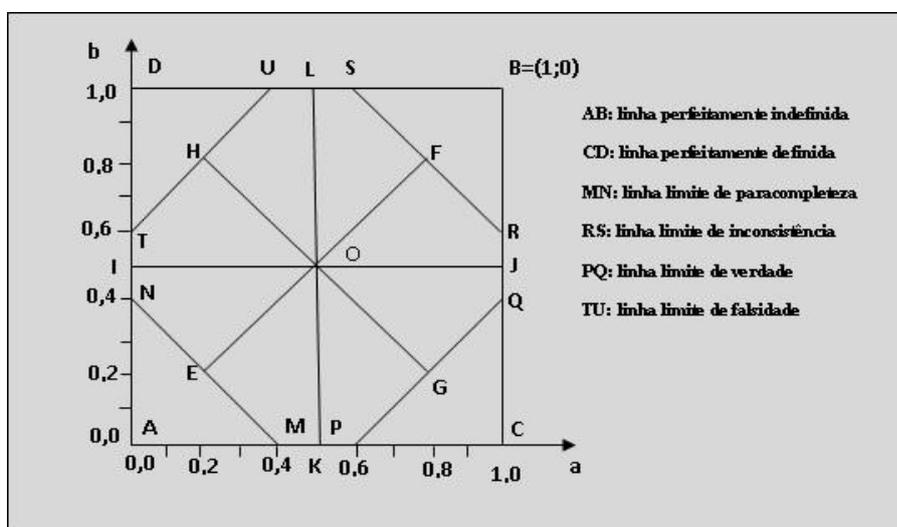


Figura 4.5 – Divisão do quadrado unitário do plano cartesiano em doze regiões
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Como pode ser verificado na Figura 3.6, o QUPC é dividido em doze regiões, no qual se destacam as quatro regiões extremas: região de verdade (CPQ), região de falsidade (DTU), região de paracompleteza (AMN) e região de inconsistência (BRS). (Tabela 4.1)

Tabela 4.1 – Resumo da análise de doze regiões do QUPC

Região	Descrição	Representação
AMN	Paracompleteza ou indeterminação	\perp
BRS	Inconsistência	\top
CPQ	Verdade	V
DTU	Falsidade	F
OFSL	Quase inconsistência tendendo à falsidade	$Q_{\top} \rightarrow F$
OHUL	Quase falsidade tendendo à inconsistência	$QF \rightarrow \top$
OHTI	Quase falsidade tendendo à paracompleteza	$QF \rightarrow \perp$
OENI	Quase paracompleteza tendendo à falsidade	$Q^{\perp} \rightarrow F$
OEMK	Quase paracompleteza tendendo à verdade	$Q^{\perp} \rightarrow V$
OGPK	Quase verdade tendendo à paracompleteza	$QV \rightarrow \perp$
OGQJ	Quase verdade tendendo à inconsistência	$QV \rightarrow \top$
OFRJ	Quase inconsistência tendendo à verdade	$Q_{\top} \rightarrow V$

Fonte: Carvalho e Abe (2011)

4.5.1 - Operadores da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial: NOT, MÁX e MÍN

Segundo Carvalho e Abe (2011), para o reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada E_{τ} são os seguintes: NOT, MÁX e MÍN.

O operador NOT é definido por $NOT(a; b) = (b; a)$, portanto este operador corresponde a negação (\neg) da lógica E_{τ} .

Quanto ao operador MÁX, que será chamado de maximizante, é definido que seja aplicado a um grupo de n anotações ($n \geq 1$), no qual atua de modo a maximizar o grau de certeza ($H = a - b$), desse grupo de anotações, que selecionará a melhor evidência favorável (maior valor de a) e a melhor evidência contrária (menor valor de b).

O operador MÍN, que será chamado de minimizante, é definido para ser aplicado a um grupo de n anotações ($n \geq 1$), que atua de modo a minimizar o grau de certeza ($H = a - b$) desse grupo de anotações, onde seleciona a pior evidência favorável (menor valor de a) e a pior evidência contrária (maior valor de b).

Verifica-se que nas aplicações dos operadores MÁX e MÍN em estudo de casos reais, para o auxílio nas tomadas de decisão, alguns detalhes devem ser observados.

a. o operador MÁX tem o sentido de fazer a maximização do grau de certeza para um conjunto de anotações. Sua aplicação deve ser realizada em situações em que os dois ou mais itens considerados não são todos determinantes, bastando que um deles tenha condição favorável para se considerar satisfatório o resultado da análise.

b. o operador MÍN tem o sentido de fazer a minimização do grau de certeza para um conjunto de anotações. Assim, sua aplicação deve ser em situações em que os dois ou mais itens considerados são todos determinantes, sendo indispensável que todos apresentem condições favoráveis para que se possa considerar o resultado da análise satisfatório.

Dessa forma, ao se projetar a análise de uma situação real, é necessária a separação dos itens pesquisados (ou os especialistas) em grupos, e devem ser constituídos da seguinte maneira:

a. a existência de um item (ou um especialista) dentro de cada grupo com condição favorável seja suficiente para se considerar o resultado do grupo como satisfatório; e

b. tenha tantos grupos quanto for o número mínimo de itens (ou de especialistas) que devem ter condições favoráveis para se considerar o resultado da pesquisa como satisfatório.

Após ter sido realizado esta verificação e divisão, aplica-se o operador MÁX dentro de cada grupo (intragrupo) e, depois, o operador MÍN entre os resultados obtidos nos grupos (entre grupos).

Para fins de exemplificação, considera-se um conjunto de quatro especialistas, distribuídos em dois grupos: A, pelos especialistas E1 e E2, e B, pelos especialistas E3 e E4.

Nesse caso, aplica-se a regra de maximização (operador MÁX) dentro de cada grupo (intragrupo) e a regra de minimização (operador MÍN) para os resultados obtidos nos dois grupos (entre grupos), como pode ser verificado na Figura 4.6. Neste caso, a aplicação das regras, fica assim:

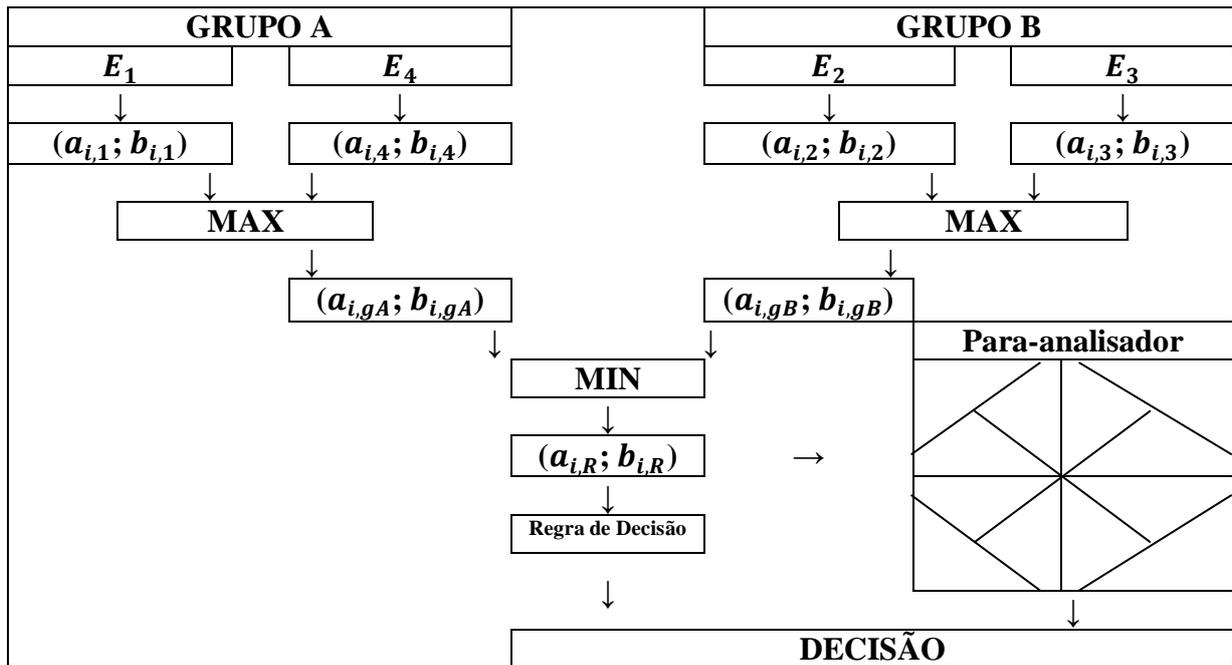


Figura 4.6 – Esquema de uma aplicação dos operadores MÁX e MIN
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Segundo Shimizu (2006), *apud* Carvalho e Abe (2011), a aplicação das regras de maximização e de minimização para tomadas de decisão é conhecida como princípio do mín/máx ou de decisão otimista, pois minimiza o maior grau de certeza.

A aplicação e utilização desses operadores dão condições de determinar possíveis inconsistências da base de dados e verificar até que ponto elas podem ser aceitáveis ou não na tomadas de decisão.

Para Carvalho e Abe (2011), a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$, apesar de ter sido descoberta muito recente, tem sido encontrando diversas aplicações em muitos campos de atividades, onde a adequação da lógica $E\tau$ a essas aplicações se dá pelo fato de permitir os trabalhos com bases de conhecimentos contendo dados imprecisos, inconsistentes e paracompletos, mas não triviais.

Ao se fazer uma pesquisa entre clientes ou fornecedores ou mesmo entre especialistas, as informações colhidas são vagas ou nem sempre são consistentes podendo se deparar com dados incompletos. Dessa forma, para o tratamento de uma base de dados com essas características, é conveniente uma ferramenta que seja de simples aplicação eficiente e, de preferência, facilmente informatizada, que acaba tendo exatamente o perfil da lógica $E\tau$, onde com sua utilização consegue-se analisar os dados, apesar de imprecisos, inconsistentes e paracompletos, filtrá-los e chegar a um resultado final que, analisado no reticulado, permitirá uma conclusão.

Conforme Frank Filho (1999), com a utilização do algoritmo da lógica paraconsistente anotada que, por meio de valores de graus de crença e de descrença, permite minimizar o tempo na tomada de decisão e simultaneamente, maximiza a eficácia.

4.5.2 - Regras de Decisão

As regras de decisão consistem em estabelecer procedimentos a serem seguidos a fim de que seja selecionado a alternativa mais adequada ao problema apresentado. Para que sejam compreendidas as regras estabelecidas no processo da LPA $E\tau$, considera-se o quadrado unitário do plano cartesiano na divisão em doze regiões, onde pode-se destacar quatro regiões extremas. (Figura 4.7).

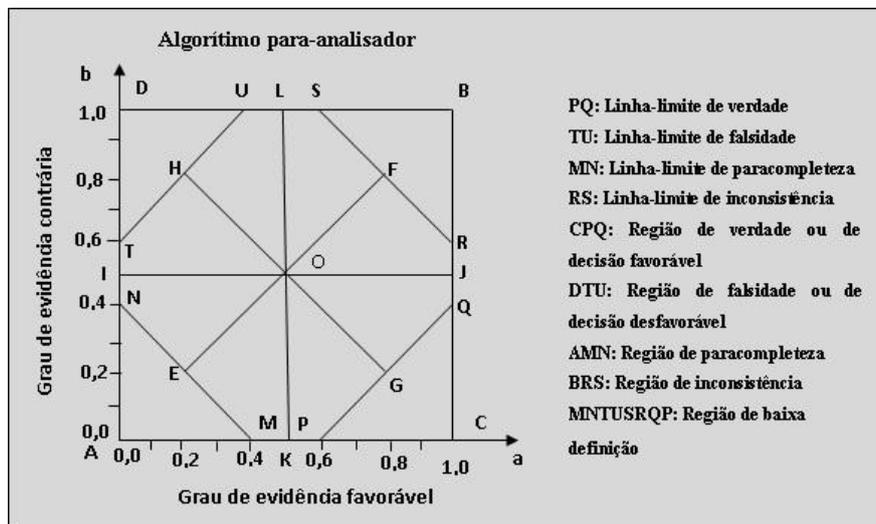


Figura 4.7 – Regiões extremas com graus de contradição e de certeza, em módulo
Fonte: Carvalho e Abe (2011)

Observa-se que nas regiões AMN e BRS, o módulo do grau de incerteza tem valor alto (próximo de 1) e o módulo do grau de certeza é baixo (próximo de zero). A Figura 3.8, representa que $|G| \geq 0,6$ e $|H| < 0,6$. Os pontos $X = (a; b)$ dessas duas regiões traduzem estados lógicos de alta incerteza (inconsistência (ou contradição) ou paracompleteza), mas de pouca certeza. Sendo assim, não devem ser considerados para tomadas de decisão, uma vez que apenas acusam que os dados que levaram ao par $(a; b)$ apresentam alta incerteza.

Já nas regiões CPQ e DTU ocorrem exatamente o inverso: o módulo do grau de incerteza tem valor baixo (próximo de 0) e o módulo do grau de certeza é alto (próximo de 1). A Figura 4.7, representa $|G| < 0,6$ e $|H| \geq 0,6$. Os pontos $X = (a; b)$ dessas duas regiões traduzem estados lógicos de baixa incerteza (contradição (ou

inconsistência) ou paracompleteza), mas de alta certeza (verdade ou falsidade). Sendo assim, podem ser consideradas para tomadas de decisão, pois traduzem um alto grau de certeza no que se está sendo analisado.

Em função do apresentado, essas regiões são chamadas de regiões de decisão. A região CPQ, na qual o grau de certeza associado a um ponto $X = (a; b)$ a ela pertencente tem módulo alto e positivo (próximo de 1), é chamada de região de verdade. A certeza obtida das informações é alta e favorável ao sucesso da alternativa, daí ser a região de decisão favorável.

A DTU, na qual o grau de certeza também tem módulo alto e negativo (próximo de -1), é chamada de região de falsidade. A certeza obtida das informações é alta, mas desfavorável (contrária) ao sucesso da alternativa, daí ser a região de decisão desfavorável (ou contrária).

Observa-se que existe um valor do módulo do grau de certeza ($|H|$) que define as regiões de verdade e de falsidade. No caso da Figura 4.7, esse valor é 0,6.

Conclui-se que:

a. se o grau de certeza é igual ou maior que 0,6 ($H \geq 0,6$), o estado lógico resultante $X = (a; b)$ está próximo do estado extremo (ou cardeal) de verdade (ponto C) e dizemos que a decisão é favorável (o empreendimento é viável);

b. se o grau de certeza for igual ou menor que $-0,6$ ($H \leq -0,6$), o estado lógico resultante $X = (a; b)$ está próximo do estado extremo (ou cardeal) de falsidade (ponto D) e dizemos que a decisão é desfavorável (o empreendimento é inviável);

c. quanto maior for o valor do módulo do grau de certeza ($|H|$) que define as regiões de decisão, menor são essas regiões, ou seja, mais exigente se torna a decisão. Exatamente por isso, o módulo do grau de certeza ($|H|$) que define as regiões de decisão foi chamado de nível de exigência (NE).

Assim, a regra de decisão pode ser escrita da seguinte maneira:

a. $H \geq NE$: a decisão é favorável (o projeto é viável);

b. $H \leq -NE$ a decisão é desfavorável (o projeto é inviável);

c. $-NE < H < NE$ a análise é não conclusiva.

O QUPC dividido em doze regiões representado na Figura 4.7, é chamado de algoritmo para-analisador, pois cada região traduz um conjunto de estados lógicos que determinam a tendência da situação analisada, como pode ser verificado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Resumo da análise de doze regiões do QUPC

Região	A	b	G	H	Descrição	Representação
AMN	[0 ; 0,4]	[0;0,4]	[-1;-0,6]	[-0,4;0,4]	Paracompleteza ou indeterminação	\perp
BRS	[0,6 ; 1]	[0,6 ; 1]	[0,6 ; 1]	[-0,4;0,4]	Inconsistência	\top
CPQ	[0,6 ; 1]	[0;0,4]	[-0,4;0,4]	[0,6 ; 1]	Verdade	V
DTU	[0 ; 0,4]	[0,6 ; 1]	[-0,4;0,4]	[-1;-0,6]	Falsidade	F
OFSL	[0,5 ; 0,8[	[0,5 ; 0,1]	[0 ; 0,6[	[-0,5 ; 0[	Quase inconsistência tendendo à falsidade	$Q_{\top} \rightarrow F$
OHUL	]0,2 ; 0,5[	[0,5 ; 0,1]	[0 ; 0,5[	] -0,6 ; 0[	Quase falsidade tendendo à inconsistência	$QF \rightarrow \top$
OHTI	[0 ; 0,5[	[0,5 ; 0,8[	[-0,5 ; 0[	] -0,6 ; 0[	Quase falsidade tendendo à paracompleteza	$QF \rightarrow \perp$
OENI	[0 ; 0,5[	]0,2 ; 0,5[	] -0,6 ; 0[	[-0,5 ; 0[	Quase paracompleteza tendendo à falsidade	$Q\perp \rightarrow F$
OEMK	]0,2 ; 0,5[	[0 ; 0,5[	] -0,6 ; 0[	[0 ; 0,5[	Quase paracompleteza tendendo à verdade	$Q\perp \rightarrow V$
OGPK	[0,5 ; 0,8[	[0 ; 0,5[	[-0,5 ; 0[	[0 ; 0,6[	Quase verdade tendendo à paracompleteza	$QV \rightarrow \perp$
OGQJ	[0,5 ; 0,1]	]0,2 ; 0,5[	[0 ; 0,5[	[0 ; 0,6[	Quase verdade tendendo à inconsistência	$QV \rightarrow \top$
OFRJ	[0,5 ; 0,1]	[0,5 ; 0,8[	[0 ; 0,6[	[0 ; 0,5[	Quase inconsistência tendendo à verdade	$Q_{\top} \rightarrow V$

Fonte: Carvalho e Abe (2011)

4.6 - O MÉTODO PARACONSISTENTE DE DECISÃO (MPD)

No processo de tomada de decisão é necessária a utilização de uma ferramenta que possibilite uma melhor análise das informações a fim de que sejam selecionadas as alternativas que atendam as necessidades e que estejam dentro dos objetivos estabelecidos. Segundo Carvalho *et al.* (2003) propõem criar um método para auxiliar em tomadas de decisão com fundamentação científica e baseado em critérios lógicos, no qual, a partir dessas idéias foi desenvolvido um processo, baseado em Lógica Paraconsistente Anotada (LPA).

Senko (2006) apresenta um método capaz de tomar decisões confiáveis a partir de um conjunto de classificadores à base de regras, mesmo quando opiniões contraditórias estiverem presentes.

O Método Paraconsistente de Decisão (MPD) foi desenvolvido pelo estudo de Carvalho (2006), no qual buscou identificar fatores que influenciam no sucesso ou

fracasso de um empreendimento, ou seja, que acabam influenciando na decisão de levar adiante ou não determinado projeto. Sua análise possibilitou identificar que os atributos podem em alguns casos indicar condições favoráveis, em outros desfavoráveis e em outros casos indiferentes. Esses fatores podem ser de diferentes ordens: econômicos, sociais, legais, ambientais, técnicos, políticos, entre outros.

O MPD é um método que auxilia no processo decisório, utilizando a valoração dos especialistas de maneira a selecionar a alternativa adequada em função dos fatores estabelecidos, no qual possibilita verificar a indicação pela viabilidade (decisão favorável) ou pela inviabilidade (decisão desfavorável) de determinado projeto.

Segundo Carvalho e Abe (2011), pode-se verificar que toda decisão racional deve ser baseada em uma variedade de fatores que podem influenciar na seleção da alternativa mais adequada em um empreendimento, onde cada um vai influenciar de uma maneira, dando indicação pela viabilidade do projeto (decisão favorável) ou pela sua inviabilidade (decisão desfavorável) ou, ainda, o fator pode-se mostrar não conclusivo, não dando indicação, nem favorável e nem contrária. A visualização fica bem perceptível quando ocorre a utilização do algoritmo para-analisador, ou seja, quando os valores dos graus de evidência favorável (ou graus de crença) (a_i, R) e dos graus de evidência contrária (ou graus de descrença) (b_i, R), resultantes para cada fator, são plotados de modo que cada fator fique representado por um ponto $X = (a; b)$ do reticulado .

Algumas recomendações devem ser seguidas para a utilização do MPD, de maneira a obter resultados mais satisfatórios. De acordo com Carvalho e Abe (2011), deve-se:

a. Trabalhar com um número muito grande de fatores não é o ideal razoável, pois tornaria o método exaustivo e dispendioso.

b. Escolher e utilizar apenas atributos mais importantes, os de maior influência na decisão, dentro do limite da racionalidade limitada preconizada por Simon (1997), *apud* Shimizu (2010), que apresenta um modelo simplificado da realidade, no qual considera que muitos aspectos da realidade são substancialmente irrelevantes em dado instante, no qual a escolha da alternativa é baseado no padrão satisfatório da situação real considerando apenas alguns dos fatores mais relevantes e cruciais.

Carvalho e Abe (2011), apresentam que a influência isolada de cada fator não apresenta interesse relevante, e sim a influência conjunta de todos os fatores escolhidos, que é traduzida por um estado lógico final que denominado baricentro (W), que é representado por um ponto W do reticulado, cujas coordenadas (a_W e b_W) são determinadas pela média ponderada das coordenadas dos pontos " $X_i = (a_i, R, b_i, R)$ " de , que traduzem a influência resultante de cada um dos fatores, isoladamente.

O baricentro (W) corresponde ao centro de gravidade dos pontos " X_i " que representam os fatores isoladamente no reticulado τ , e se todos os fatores estiverem o mesmo peso na decisão, o ponto W coincidirá com o centro geométrico dos pontos e para efetuar a análise e tomar a decisão deve-se analisar o baricentro dos pontos que representam os fatores no reticulado " τ ".

No entanto, há outros métodos que podem ser introduzida a Lógica Paraconsistente Anotada, como no método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), que possibilita tratar de maneira natural as inconsistências nas matrizes de comparação, dando maior aplicabilidade ao método, mostrando-se eficaz em um processo de tomada de decisão multicritério complexo, pois, além de ordenar as alternativas consideradas, o método fornece o grau de inconsistência da decisão. (Torres *et al.*, 2008)

4.6.1 - Etapas do Método Paraconsistente de Decisão

A fim de que seja feita uma análise de viabilidade de um projeto para a tomada de decisão, deve-se ter um coordenado do processo, responsável pelo planejamento, sendo o próprio empresário, um engenheiro, um consultor etc., que receberá a denominação de Engenheiro do Conhecimento (EC), que ficará responsável pelos dados de maneira a "traduzi-los" para a linguagem da lógica E, permitindo, assim, uma "plotagem" adequada às análises do ferramental oferecido por essa lógica.

Para o desenvolvimento do método é necessário que sejam seguidas algumas etapas:

1º Passo - Fixação do Nível de Exigência

O nível de exigência da decisão a ser tomada é a primeira tarefa ser executada no processo, que depende do grau de segurança que se pretende na decisão, da responsabilidade envolvida, os custos, riscos ambientais e sociais entre outros.

Ao fixar o nível de exigência da decisão, automaticamente serão definidas as regiões de decisão e, conseqüentemente a regra de decisão e o algoritmo para-analisador.

Quanto mais criterioso, ou seja, caso queira decisões mais seguras, mais confiáveis, é necessário aumentar o nível de exigência, ou seja, quanto maior o nível de exigência maior será o critério para viabilidade ou não do projeto considerando as variáveis envolvidas.

Caso, seja fixado o nível de exigência igual a 0,60 (ou seja, se for estabelecido que a decisão, somente será tomada quando o módulo da diferença entre os graus de evidência favorável e de evidência contrária do baricentro for, no mínimo, igual a 0,60), a regra de decisão e o algoritmo para-analisador serão os representados na Figura 4.8.

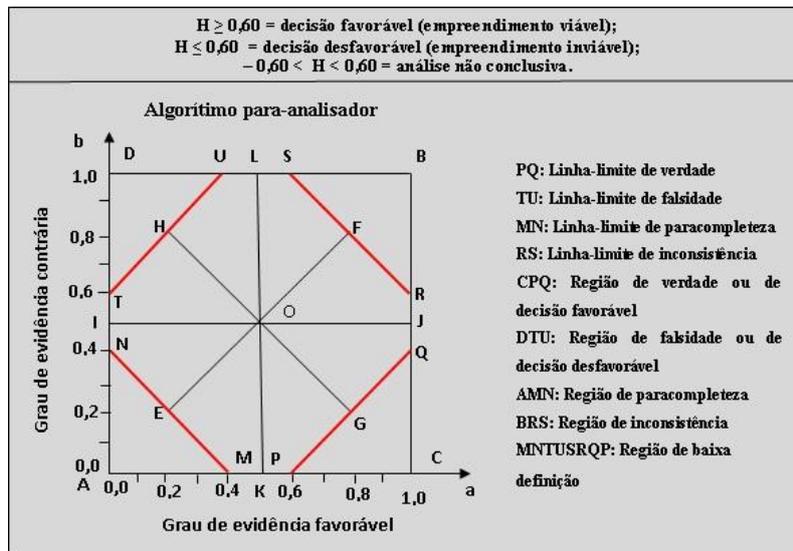


Figura 4.8 – Regiões extremas com graus de contradição e de certeza, em módulo, iguais ou maiores que 0,60

Fonte: Carvalho (2006)

2ºPasso - Escolha dos Fatores de Influência

A próxima atividade é pesquisar e verificar quais são os fatores que influem no sucesso (ou fracasso) do projeto, por meio de consultas a pessoal especializada que atuam em atividades ou áreas semelhantes, projetos da mesma área ou de similares entre outros.

Ao ser levantado os fatores que influenciam no sucesso (ou fracasso) do projeto, deve-se selecionar os n fatores “ F_i ($1 \leq i \leq n$)” mais importantes e de maior influência, ou seja, aqueles cujas condições afetam acentuadamente a viabilidade do projeto, e caso os fatores selecionados influenciam de maneiras diferentes ou se têm importâncias

diferentes na decisão. Essas diferenças poderão ser compensadas pela atribuição de pesos diferentes a cada um dos fatores escolhidos.

3º Passo - Estabelecimento dos Atributos para cada Fator

A atividade seguinte é estabelecer as atributos “ $S_{i,j}$ ($1 \leq j \leq s$)”, que representam as condições em que cada fator poderá ser encontrado, ou seja, dependendo do refinamento que pretende ser efetuado na análise, pode-se fixar mais (ou menos) atributos.

Na escolha por fixar três atributos, elas serão:

S1 – o fator está em condição favorável ao empreendimento;

S2 – o fator está em condição indiferente ao empreendimento;

S3 – o fator está em condição desfavorável ao empreendimento.

4º Passo - Construção da Base de Dados

A construção da base de dados é uma etapa muito importante do processo. Para a realização, deve-se escolher “n” especialistas “ E_k ($1 \leq k \leq m$)”, da área ou de áreas afins., sendo que na seleção dos especialistas, se possível, deve-se procurar profissionais com formações diferentes, para que a atribuição de valores não seja decorrente de uma única linha de pensamento.

Assim, percebe-se a versatilidade do processo, pois permite a escolha de mais (ou menos) fatores de influência, dando condições do estabelecimento de três ou mais atributos para cada fator, como também a utilização de um número maior (ou menor) de especialistas. No entanto, apesar de não limitar o número de especialistas, não é aconselhável a utilização de menos de quatro especialistas, para que o resultado não fique dotado de muita subjetividade.

Quanto às ações dos especialistas, devem-se seguir os seguintes procedimentos:

a. os especialistas dirão se, dentre os fatores escolhidos, se existe distinção quanto à importância, e se caso não houver deverá ser atribuído o peso igual a 1 (um) para todos, e se houver, cada especialista atribuirá a cada fator o peso que julgar adequado, levando-se em conta a importância do fator em relação aos outros na decisão que será tomada.

b. quanto a atribuição dos pesos, algumas restrições podem ser impostas, como, por exemplo, que os pesos devam ser números inteiros positivos e que pertençam ao intervalo [1, 10].

c. Após a atribuição dos pesos a todos os fatores por todos os especialistas, será adotado como peso final de cada fator a média aritmética dos pesos atribuídos pelos especialistas.

d. Caso os especialistas tenham diferentes níveis de experiência, pode atribuir pesos diferentes, onde o peso final para cada passaria a ser uma média ponderada.

e. Para a construção da base de dados é necessário que os especialistas atribuam o grau de evidência favorável (ou grau de crença) (a) e o grau de evidência contrária (ou grau de descrença) (b) a cada um dos fatores nas condições em que poderá ser encontrado, as quais são caracterizadas pelas atributos estabelecidas, onde cada par ordenado $(a_{i,j,k}, b_{i,j,k})$ que é formado pelos valores dos graus de evidência favorável e contrária, atribuídos por um especialista E_k a um fator F_i dentro da condição definida por uma seção S_j , constitui uma anotação simbolizada por $\mu_{i,j,k}$.

Assim, a base de dados é constituída pela matriz dos pesos, matriz coluna de n linhas, formada pelos pesos médios P_i dos fatores, e pela matriz das anotações $\mu_{i,j,k}$ (anotações bivaloradas) com 'n' 'x' 's' linhas e 'm' colunas, ou seja, com 'n' 'x' 's' 'x' 'm' elementos. Sua formação se dá por todas as anotações que os m especialistas atribuam a cada um dos n fatores dentro das condições definidas pelas s atributos.

A matriz $[\mu_{i,j,k}]$ pode ser representada por $[(a_{i,j,k}, b_{i,j,k})]$, uma vez que cada um de seus elementos $\mu_{i,j,k}$ é um par ordenado da forma $(a_{i,j,k}, b_{i,j,k})$, como pode ser verificado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Base de Dados: matrizes dos pesos, M_p , e das anotações, M_a

Fatores de Influência	Pesos	Atributos	E_1	E_2	E_3	E_4	E_n
Fator F_1	P_1	Seção S_1	$\mu_{1,1,1}$	$\mu_{1,1,2}$	$\mu_{1,1,3}$	$\mu_{1,1,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_2	$\mu_{1,2,1}$	$\mu_{1,2,2}$	$\mu_{1,2,3}$	$\mu_{1,2,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_3	$\mu_{1,3,1}$	$\mu_{1,3,2}$	$\mu_{1,3,3}$	$\mu_{1,3,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		·					
		Seção S_n	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$
Fator F_2	P_2	Seção S_1	$\mu_{2,1,1}$	$\mu_{2,1,2}$	$\mu_{2,1,3}$	$\mu_{2,1,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_2	$\mu_{2,2,1}$	$\mu_{2,2,2}$	$\mu_{2,2,3}$	$\mu_{2,2,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_3	$\mu_{2,3,1}$	$\mu_{2,3,2}$	$\mu_{2,3,3}$	$\mu_{2,3,4}$	$\mu_{n,n,n}$
		·					
		Seção S_n	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$
Fator F_n	P_n	Seção S_1	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_2	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$
		Seção S_3	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$
		·					
		Seção S_n	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$	$\mu_{n,n,n}$

Fonte: Adaptado de Carvalho (2006)

5º Passo - Pesquisa de Campo

Após ter sido coletada todas as informações pela pesquisa sobre definida pela seção de cada fator de influência estão prontas o dispositivo de tomadas de decisão. Assim, a próxima atividade será realizar a pesquisa de campo e verificar qual é a condição real de cada um dos fatores de influência, ou seja, é pesquisar em que seção “ $S_{i,j}$ ” cada fator “ F_i ” se encontra.

Após a pesquisa, tem-se um conjunto de n atributos resultantes da pesquisa, “ $S_{i,j,p}$ ”, com “ $1 \leq i \leq n$ ”, sendo uma para cada fator, que evidenciam quais as reais condições os fatores se encontram (“ j_p ” traduz o particular valor de “ j ”, “ $1 \leq i \leq s$ ”, que foi obtido na pesquisa para o fator “ i ”). Os “ n ” valores dos atributos resultantes da pesquisa constituem uma matriz coluna de “ n ” linhas. Com esse resultado pode-se buscar na base de dados as opiniões dos especialistas sobre a viabilidade do projeto nas condições em que os fatores se encontram.

Assim, pode-se destacar da base de dados outra matriz, subconjunto dela, que será chamada de matriz dos dados pesquisados, “[$\lambda_{i,k}$]”, de n linhas e m colunas, constituída pelas linhas de “ M_A ” correspondentes às atributos “ $S_{i,j,p}$ ” obtidas na pesquisa, verificado na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Matrizes dos pesos, M_{pi} , pesquisada, M_{pq} , e dos dados pesquisados, M_{Dpq}

Fatores de Influência	Pesos	Atributos	E_1	E_2	E_3	E_4	E_n
Fator F_1	P_1	Seção S_{p1}	$\lambda_{1,1}$	$\lambda_{1,2}$	$\lambda_{1,3}$	$\lambda_{1,4}$	$\lambda_{n,n,n}$
Fator F_2	P_2	Seção S_{p2}	$\lambda_{2,1}$	$\lambda_{2,2}$	$\lambda_{2,3}$	$\lambda_{2,4}$	$\lambda_{n,n,n}$
Fator F_n	P_n	Seção S_{pn}	$\lambda_{n,n,n}$	$\lambda_{n,n,n}$	$\lambda_{n,n,n}$	$\lambda_{n,n,n}$	$\lambda_{n,n,n}$

Fonte: Adaptado de Carvalho (2006)

6º Passo - Cálculo das Anotações Resultantes

A próxima etapa é dividir os especialistas em grupos segundo critérios adotados pelo decisor. Na constituição dos grupos de especialista para aplicação dos operadores MÁX e MÍN em estudo de casos reais de auxílio às tomadas de decisão, alguns detalhes devem ser observados.

a. As técnicas de maximização MÁX (OR) busca fazer a maximização do grau de certeza dentro de um conjunto de anotações, selecionando o maior grau de evidência favorável e o menor grau de evidência contrária. Sua aplicação se dá em situações em que as opiniões de dois ou mais especialistas (ou itens pesquisados) não são todas determinantes, bastando a opinião favorável de apenas um deles para considerar o resultado do grupo satisfatório. Assim, se entre os especialistas houver um que mereça maior peso ou consideração, em função do projeto a ser selecionado, este deve ficar sozinho em um grupo, de maneira que sua opinião seja necessariamente considerada. Caso haja dois especialistas de mesmo nível e atuantes na mesma área ou em áreas correlatas, os dois podem ser colocados no mesmo grupo, pois, se a opinião de um for satisfatória, já é suficiente para se considerar a opinião desse grupo como favorável ao projeto.

b. As técnicas de minimização MIN (AND) tem o sentido de fazer a minimização do grau de certeza dentro de um conjunto de anotações, escolhendo o menor grau de evidência favorável e o maior grau de evidência contrária, deve ser aplicado em situações em que as opiniões dos dois ou mais especialistas (ou itens pesquisados) são todas determinantes, sendo indispensável que todas sejam favoráveis para que se possa considerar o resultado da análise satisfatório.

Para a representação constante da Figura 4.9, considera-se os Grupos A como constituído de um único especialista e os demais Grupos (B,C,D) por mais de um especialista.

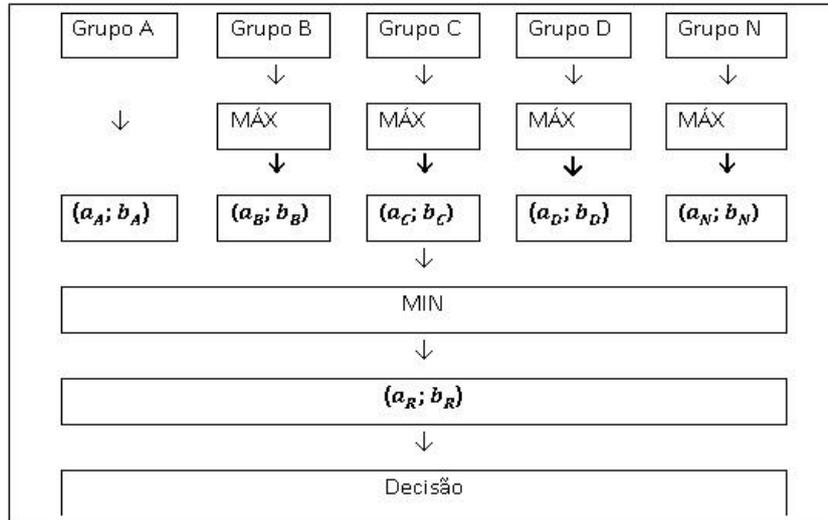


Figura 4.9 – Esquema da aplicação dos operadores **MÁX** e **MIN**
Fonte: Carvalho (2006)

Identifica-se a importância da análise de uma situação real por meio dos operadores MÁX e MÍN que está no fato de que, mesmo que as condições analisadas apresentem resultados contraditórios, estes são levados em conta, significando que este método aceita bases de dados que apresentam contradições, ou seja, consegue lidar com situações incertas (inconsistentes ou paracompletas).

Assim, os valores apresentados das evidências favorável e contrária resultantes, obtidos para todos os fatores, permitem determinar como é a influência de cada fator na viabilidade do projeto. Isto ocorre por meio do algoritmo para-analisador, onde se insere no plano cartesiano, tendo os pontos que são representados os fatores, onde se verifica a posição desses pontos no reticulado. Se o ponto pertencer à região de verdade, o fator correspondente influi no sentido de recomendar a execução do projeto; se pertencer à região de falsidade, o fator recomenda a não execução do projeto; mas, se o ponto pertencer a uma região diferente dessas, diremos que o fator é não conclusivo, ou seja, que não recomenda a execução e nem a não execução do projeto.

Outra maneira de se realizar a análise da influência dos fatores é calculando o grau de certeza ($H_i = a_{i,R} - b_{i,R}$) para cada fator e aplicando-se a regra de decisão. Se $H_i \geq NE$, o fator F_i recomenda a execução do projeto; se $H_i \leq -NE$, o fator F_i recomenda a

não execução do projeto; e se $-NE < H_i < NE$, o fator F_i é não conclusivo, ou seja, não recomenda a execução e nem a não execução do projeto.

7º Passo - Determinação do Baricentro

Para que seja tomada a decisão final é necessário saber como é a influência conjunta de todos os fatores sobre a viabilidade do projeto. Para que isso ocorra é necessária à análise do centro de gravidade ou baricentro (W) dos pontos que os representam no plano cartesiano (no reticulado).

O cálculo do baricentro se dá pelo cálculo de suas coordenadas que são os graus de evidências favoráveis (a_W) e contrárias (b_W). O grau de evidência favorável do baricentro (a_W) é igual à média ponderada dos graus de evidências favoráveis resultantes de todos os fatores ($a_{i,R}$), tomando-se como coeficientes os pesos (P_i) atribuídos pelos especialistas aos fatores. Analogamente, é calculado o grau de evidência contrária do baricentro (b_W).

8º Passo - Tomada de Decisão

Para a tomada de decisão utiliza-se o processo baseado no algoritmo para-analisador, que após determinados os valores da evidência favorável e contrária, tem-se informações que ao serem analisadas no algoritmo que apresenta um estado lógico, e com base nos parâmetros dos graus de certeza e contradição resultam na decisão a ser tomada. (DA SILVA FILHO, 2006).

Com a maximização (OR) dos resultados a partir da aplicação dos questionários à especialistas com mesmo grau de afinidade, e o processo de minimização (AND) na consolidação entre os diversos grupos para chegar a um resultado final, pode-se chegar ao resultado que será analisado com o auxílio do QUPC, com um determinado grau de exigência fixo, tanto para certeza quanto para a contradição, conforme Figura 4.10. (CARVALHO,2002).

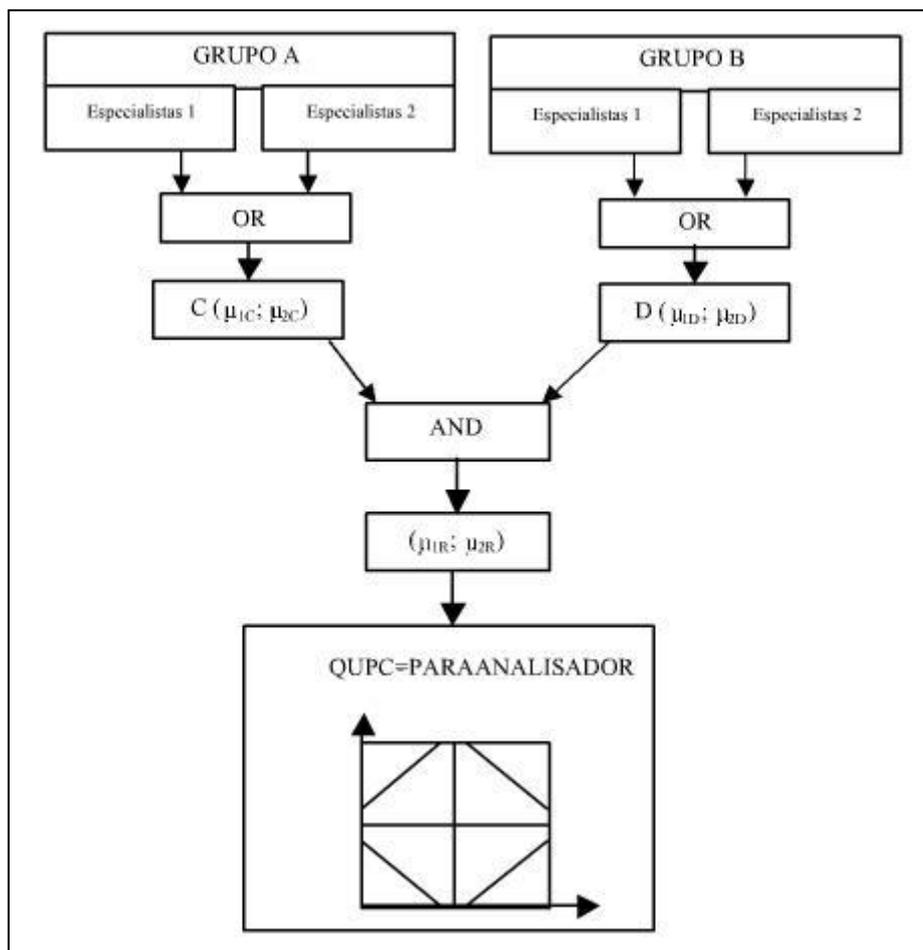


Figura 4.10 – Fluxo de Análise para a Tomada de Decisão
Fonte: Ito (2009)

Com os resultados, o grau de evidência é submetido então ao algoritmo para-analisador, com o seu devido nível de exigência estabelecido, como pode ser verificado na Tabela 4.5:

Tabela 4.5 – Avaliação com o algoritmo para-analisador ao nível de exigência 0,50

										A		B		A AND B		Atributos		03
		GRUPO A				GRUPO 2				E1 OR E2		E3 OR E4		GC	GD	Nível de Exigência		0,50
		E1	E2	E3	E4	E1 OR E2	E3 OR E4	GC	GD	H	G	Conclusões		DECISÃO				
FATOR	SEÇÃO																	
F1	S1	1,0	0,2	0,8	0,4	0,9	0,3	1,0	0,4	1,0	0,4	1,0	0,4	1,0	0,4	0,6	0,4	VIÁVEL
	S2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	0,8	0,3	0,8	0,0	0,8	-0,8	-0,2	INVIÁVEL
	S3	0,3	0,9	0,7	0,6	0,7	0,5	0,8	0,3	0,7	0,9	0,8	0,5	0,7	0,5	0,2	0,2	NÃO CONCLUSIVO

Fonte- Elaboração Própria

Observa-se que o nível de exigência estabelecido é de 0,50, no qual os especialistas selecionados (E1, E2, E3 e E4) apresentam suas colaborações e análises para cada indicador (S1, S2 e S3). Ao aplicar a maximização para os grupos (A e B) têm-se os resultados que consistem no maior valor entre os atributos. De posse dos

resultados aplica-se a minimização que consiste na seleção dos valores mínimos. Aplicam-se as regras de decisão comparando-as ao nível de exigência estabelecida, obtendo assim a viabilidade, inviabilidade ou não conclusivo para o projeto selecionado.

A decisão passa a ser tomada tendo como referência o nível de exigência. Caso o valor do grau de certeza seja menor que o valor do nível de exigência a decisão é inviável. Caso o valor do grau de certeza seja maior que o valor do nível de exigência a decisão é viável. Caso o valor do grau de certeza seja intermediário, nenhuma decisão poderá ser tomada, resultando em não conclusivo. (Figura 4.11)

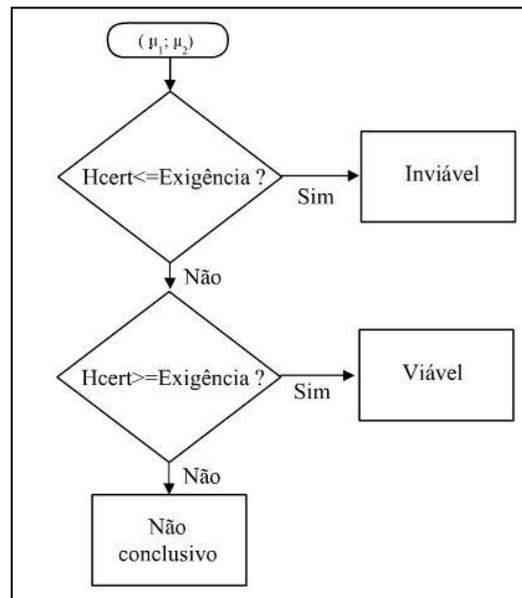


Figura 4.11 – Fluxograma para tomada de decisão
Fonte: Ito (2009)

Neste algoritmo, o nível de exigência é único, aplicando-se apenas os resultados obtidos pelo grau de certeza. Assim, a utilização do QUPC, por meio do Baricentro (W), o nível de exigência é aplicado tanto para o limite de certeza quanto ao da contradição. Desta forma, não é possível tratar caso seja necessário analisar os estados de inconsistências e indeterminação. O resultado expressa muitas vezes apenas a decisão, apresentando estados conclusivos, sem levar em consideração a coerência dos dados de entrada.

Para a análise por meio do baricentro é necessário apenas selecionar o par ordenado $(a_W; b_W)$ no plano cartesiano e verificar a que região do reticulado o baricentro W pertence. Caso pertencer à região de verdade, a decisão é favorável, isto é, a análise permite concluir que o projeto é viável; se pertence à região de falsidade, a decisão é desfavorável, isto é, o projeto é não viável; mas se pertence a qualquer região

do reticulado diferente dessas duas, diremos que a análise é não conclusiva. (Figura 4.12 e 4.13)

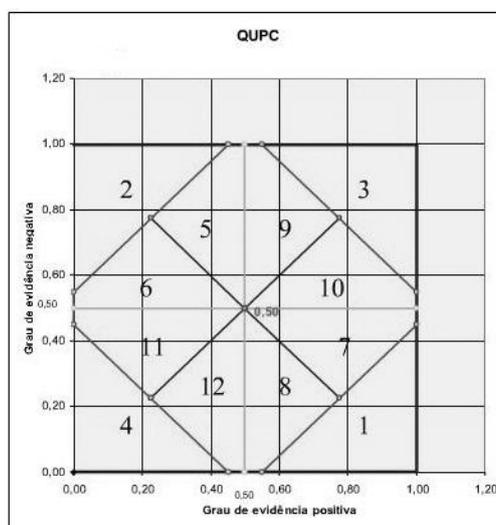


Figura 4.12 – QUPC com 12 Regiões
Fonte: Carvalho (2006)

O número de regiões pode variar conforme o Nível de Exigência estabelecida. Na Figura 4.12 foi considerado o Nível de Exigência de 0,55. Assim, o QUPC foi dividido em 12 regiões que possibilitam uma melhor análise para a tomada de decisão. As regiões 1 e 2 são as mais importantes, pois definem claramente uma decisão. A região 1 é onde a decisão é totalmente viável e a região 2 é onde a decisão é totalmente inviável, ou falsa.

As regiões 3 e 4 são as regiões aonde existe respectivamente a completa inconsistência e a completa indeterminação. A decisão nestas regiões, conforme o quesito avaliado poderá ser analisado caso a caso, desde a simples indicação de uma inconclusão, partindo-se para uma nova avaliação, até a tomada de decisões da alternativa quanto a viabilidade ou inviabilidade.

As regiões 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 não permitem uma conclusão clara, mas indicam uma tendência.

As regiões 5, 6, 7 e 8 são denominadas respectivamente: quase falso tendendo ao inconsistente, quase falso tendendo ao indeterminado, quase verdadeiro tendendo ao inconsistente e quase verdadeiro tendendo ao indeterminado.

As regiões 9, 10, 11 e 12 que são fronteiriças com as regiões de inconsistência e indeterminação respectivamente, recebem o nome de indeterminado tendendo ao falso, indeterminado tendendo ao verdadeiro, inconsistente tendendo ao falso e inconsistente

tendendo ao verdadeiro. Em situações em que as fronteiras são bem definidas estas regiões são suficientes para definir as regiões QUPC.

No entanto, nem sempre se pode trabalhar com níveis de exigências bem comportados. Ao aplicar níveis de exigência abaixo de 0,5 surgem regiões não vistas até agora. Surgem quatro novas regiões, que são simultaneamente viável e inconsistente, viável e indeterminado, inviável e indeterminado e inviável e inconsistente. São regiões que não poderão ser utilizadas para uma imediata tomada de decisão. (Figura 4.13)

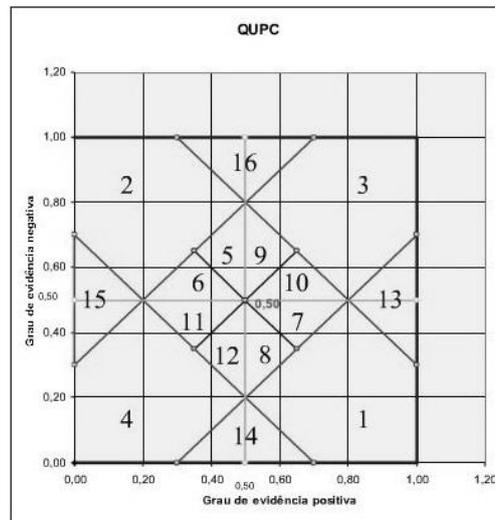


Figura 4.13 – QUPC com 16 Regiões
Fonte: Carvalho (2006)

Na Figura 4.13 foi considerado o Nível de Exigência de 0,30, Assim, o QUPC foi dividido em 16 regiões que em casos em que a decisão é extremamente crucial, uma decisão sem qualquer dúvida, apenas as regiões 1 e 2 serão úteis. Caso a decisão seja considerada apenas para analisar uma tendência, as áreas 13, 1, 14, 15, 2 e 16 poderão ser úteis.

Não se conclui pela viabilidade do projeto e nem pela sua inviabilidade, relatando apenas que a análise foi não conclusiva e que, se for de interesse, novos estudos devem ser feitos para se tentar chegar a uma conclusão positiva (viabilidade ou inviabilidade).

Além da forma apresentada, tem-se outra maneira de se obter a decisão final utilizando a regra decisão. Para isso basta calcular o grau de certeza do baricentro ($H_W = a_W - b_W$) e aplicar a regra de decisão.

a. Se $H_W \geq NE$, a decisão é favorável e recomenda a execução do projeto (viável);

b. se $H_W \leq -NE$, a decisão é desfavorável e recomenda a não execução do projeto (inviável); e

c. se $-NE < H_W < NE$, diz-se que a análise é não conclusiva.

Observa-se que o grau de certeza do baricentro (H_W) é o número final, bem determinado, que permite a decisão procurada, e que todo o processo acaba levando a esse número.

4.7 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

O presente capítulo apresenta a possibilidade da aplicação dos conceitos teóricos da Lógica Paraconsistente, por meio da criação da Lógica Paraconsistente Anotada (LPA). Na LPA o grau de evidência de uma dada proposição é descrita variando entre os valores reais de 0 a 1. Este grau de evidência pode ser obtido por medições, por estatísticas ou probabilidades. A diferença em relação à lógica clássica, ou mesmo a *Fuzzy*, que é a adoção de uma tomada de uma segunda medida para a mesma proposição, avaliando-se por meio do grau de evidência negativa. Estes estados de evidência positiva ou negativa podem ser, conforme a proposição, alterados para outras crenças como fator favorável, e desfavorável, possível e impossível.

O LPA traz o entendimento que toda decisão deve ser baseada em um número de fatores que podem influenciar na decisão, sendo cada um influenciando de uma maneira, indicando pela viabilidade, inviabilidade, ou ainda, o fator pode ser não conclusivo, não dando indicação, nem favorável e nem contrária.

Os valores que devem ser utilizados para análise são os aplicados por especialistas, no qual apresentam suas opiniões baseadas em seu conhecimento, experiências, vivência, sensibilidade, intuição e bom-senso que geram a base de dados para a análise dos fatores de influência.

A melhor representação, a LPA pode ser associada a um reticulado, em cujos vértices são alocados os símbolos que indicam os estados lógicos. O estado lógico é encontrado por meio de dois valores de anotação que representam o grau de evidência favorável e o grau de evidência desfavorável atribuído à proposição.

Os graus de evidência favorável e desfavorável em um procedimento prático são considerados como informações de entrada do sistema e os estados lógicos representados nos vértices do reticulado são as saídas resultantes da análise

paraconsistente, representados no Quadro Unitário do Plano Cartesiano (QUPC), no qual pode ser dividido em regiões que representam os estados lógicos com características diferentes.

Pode-se observar que a influência isolada de cada fator não permite ter uma visão da solução, e o que proporciona uma melhor análise pela viabilidade é influência conjunta de todos os fatores escolhidos, que é traduzida por um estado lógico final que se denominou baricentro (W).

Do estudo da LPA, Carvalho (2006) apresentou o Método Paraconsistente de Decisão (MPD), que utiliza da LPA para auxiliar na tomada de decisão, que consiste basicamente em oito etapas:

- Fixação do Nível de Exigência;
- Escolha dos Fatores de Influência;
- Estabelecimento dos atributos para cada Fator;
- Construção da Base de Dados;
- Pesquisa de Campo;
- Cálculo das Anotações Resultantes;
- Determinação do Baricentro; e
- Tomada de Decisão.

5- METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

5.1 APRESENTAÇÃO

Os capítulos anteriores revisaram tópicos importantes que serviram de base para o desenvolvimento de uma visão crítica sobre a utilização da lógica paraconsistente, para tomada de decisão em transporte. Como verificado, os estudos levam ao entendimento do problema por meio de sua contextualização que, por sua vez, levam a definição do problema para que seja então feita a coleta de dados para aplicação do método paraconsistente de decisão. Os dados coletados por meio de questionários aplicados aos especialistas da área de transportes (xxxxxxxx), geram informações que são utilizadas para as tomadas de decisão em transportes.

Então, a Lógica Paraconsistente, conforme o capítulo 4, apresenta regras que devem ser levados em consideração, para que sejam utilizados no suporte, na tomada de decisão em transporte. Numa tomada de decisão, quanto mais critérios e atributos fizerem parte do processo, maiores serão as informações que poderão estar relacionados às decisões, tornando, assim, extremamente estratégicas.

A Lógica Paraconsistente permite avaliar o grau de crença e descrença dos avaliadores, onde suas opiniões são requisitos necessários para seleção das alternativas e dos conceitos, a fim de aplicar o método na seleção de tecnologias de transporte público.

A metodologia para elaboração de sistema de apoio à decisão em transporte, utilizando o método paraconsistente de decisão foi adaptado do estudo desenvolvido por Carvalho (2006) considerando as particularidades da área de planejamento de transportes e desenvolvida por meio do levantamento da opinião dos especialistas da área, de forma a representar a preocupação do gestor na tomada de decisão. Como foi visto, o entendimento do problema envolvem todo o processo de decisão, do nível estratégico ao operacional.

O presente capítulo busca sistematizar a metodologia para a elaboração do sistema de apoio à decisão em planejamento de transporte, que por meio da utilização da lógica paraconsistente possibilite auxiliar no processo decisório para seleção de tecnologias de transporte público.

5.2 - MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

Segundo Ayrosa (2009), a utilização da lógica paraconsistente é uma forma de tratar a incerteza inerente ao processo avaliativo, por meio do algoritmo paranalizador, no qual um conjunto de informações é analisado e, então, é possível a tomada de decisão ou a conclusão quanto ao processo em análise.

O modelo proposto para seleção de alternativas de transporte considera que o principal objetivo a ser alcançado é a melhoria do processo de tomada de decisão e a seleção da melhor tecnologia de transporte, por meio da identificação e avaliação dos fatores e atributos selecionados para o estudo.

Para o alcance dos objetivos estabelecidos no presente trabalho, sinteticamente foram adotados em sete macro-etapas fundamentais (Figura 5.1):

- a primeira macro-etapa é caracterizada pela realização do diagnóstico e tem o propósito de observar a situação presente e o futuro previsível, de maneira que os problemas existentes ou passíveis de detecção futura são investigados, implicando na formulação correta do problema à luz dos objetivos definidos. Esta etapa é composta da contextualização e a definição do problema.

- a segunda macro-etapa é a definição das variáveis que fazem parte da elaboração do processo,

- a terceira macro-etapa consiste na elaboração e aplicação do instrumento, bem como a construção da base de dados.

- a quarta macro-etapa é a avaliação da aceitação e rejeição constante da base de dados;

- a quinta macro-etapa é o cálculo do grau de crença e descrença para que sejam definidos os valores que possam ser aplicados na tomada de decisão;

- a sexta macro-etapa consiste na aplicação da regra de decisão e do algoritmo para-analisador a fim de que sejam feitas a avaliação dos planos, programas ou projetos e a análise das consequências da tomada de decisão.

- a sétima macro-etapa é a decisão pelo que apresenta melhores resultados.

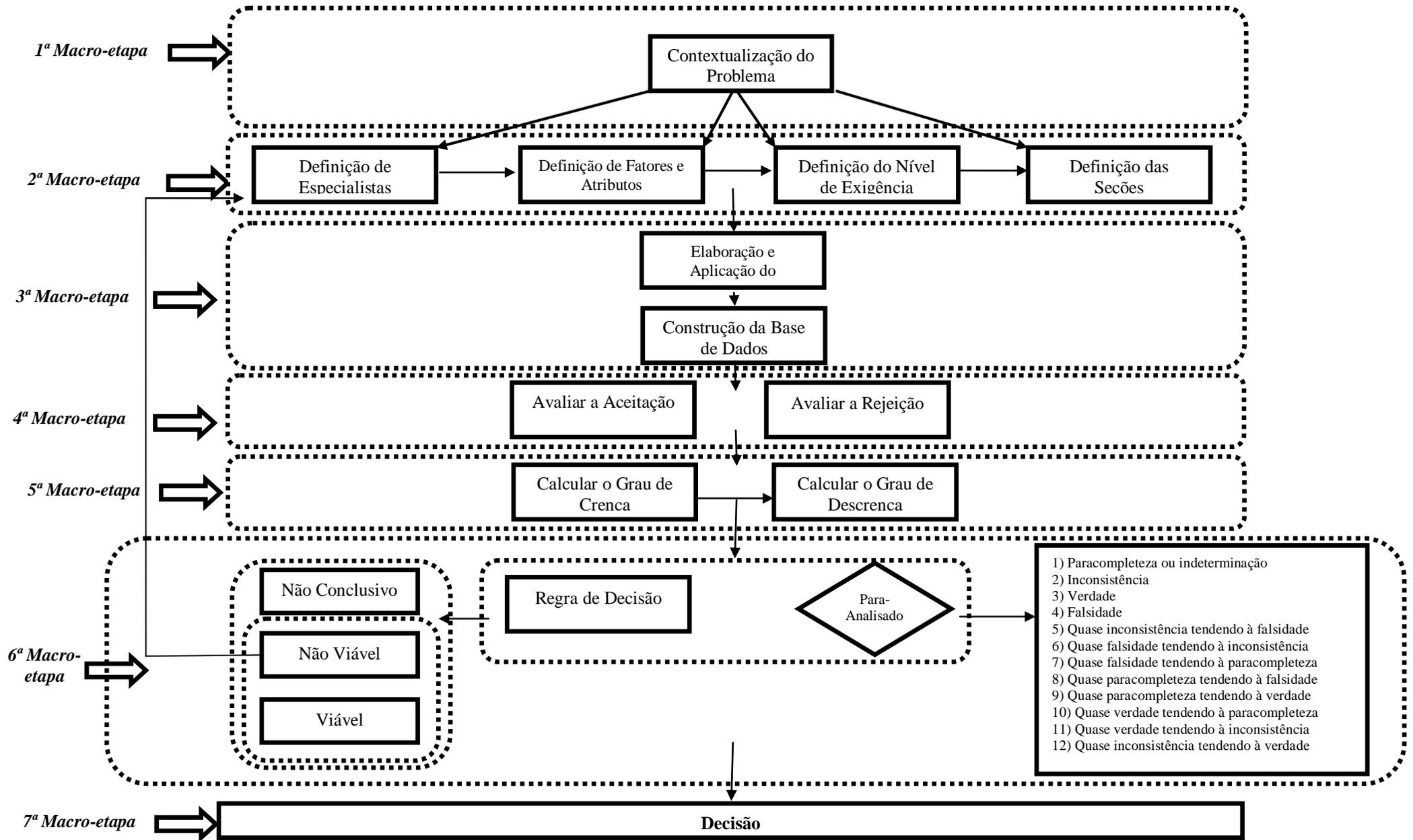


Figura 5.1 – Método para Seleção de Tecnologias de Transporte
 Fonte: Elaboração Própria

É importante ressaltar que a metodologia aqui utilizada é fundamentada pelos estudos da Lógica Paraconsistente e do Método Paraconsistente de Decisão desenvolvidos por Carvalho (2006) e Carvalho e Abe (2011), e que nesta pesquisa serão apresentados apenas os tópicos mais importantes, já que o material por completo pode ser consultado no trabalho do autor da tese aqui analisada. Entretanto, faz-se necessária uma breve explicação a respeito das sub-etapas mencionadas na figura metodológica.

1ª Etapa – Contextualização do Problema

Nesta etapa é realizado o levantamento dos problemas que estão relacionados a área de transportes. Tem o propósito de observar a situação presente e o futuro previsível. Com isso os problemas existentes ou passíveis de detecção futura são investigados nesta etapa, implicando na formulação correta do problema à luz dos objetivos definidos.

É realizada a definição clara do objeto de estudo, o entendimento do problema, a delimitação da área de estudo, bem como os aspectos relacionados com a mobilidade urbana, as características socioeconômicas, ao uso do solo, tipos de tecnologias de transporte público empregado, o sistema de transporte público existente, dentre outras informações que se fizerem necessárias para aplicação da metodologia.

2ª Etapa - Definição dos especialistas

Definir os agentes que possam participar diretamente na seleção de alternativas de transporte, caso fossem solicitados. A função do especialista é avaliar os atributos, para cada modo de transporte público identificado.

3ª Etapa - Definição dos critérios

Consiste na definição de fatores que possam ser utilizados para seleção de tecnologias de transporte. Deve-se pesquisar e verificar quais são os fatores que influem na decisão, ou seja, na viabilidade ou não do projeto. Esta pesquisa deve englobar todo o tipo de consulta, como pessoal que atua na área de transportes, ou áreas similares, consultores, docentes, pessoas que atuem em outros projetos que possam colaborar com informações que auxiliem no processo decisório.

4ª Etapa - Definição do nível de exigência para auxiliar no processo decisório

Esta etapa consiste na definição do nível de exigência (NE), que vai depender da segurança que se pretende para a decisão, a qual, por sua vez, depende da

responsabilidade que ela implica. A definição do NE, automaticamente define as regiões de decisão e, por consequência, também a regra de decisão e o algoritmo para-analisador.

5ª Etapa - Definição dos atributos

Os atributos devem ser elaboradas de acordo com a similaridade de cada critério, sendo alocado para o correspondente. Os atributos traduzem as condições em que cada fator pode ser encontrado, no qual dependendo do refinamento que pretenda dar a análise, podendo fixar mais ou menos atributos.

6ª Etapa - Elaboração e aplicação de questionário

O questionário deve contemplar informações que apresentam os atributos para selecionar a tecnologia de transporte público e sua aplicação deve ser realizada nos especialistas selecionados de maneira que se possa elaborar a base de dados para verificar o grau de aceitação e rejeição para cada indicador.

Segundo Rocha (2010), devem-se identificar os fatores críticos para a elaboração dos questionários, a fim de que a dificuldade em lidar com a subjetividade, a incerteza, inconsistência e eventuais contradições que surgem na análise dos dados coletados nas pesquisas seja devidamente relacionada.

7ª Etapa – Construção da base de dados

Para construção da base de dados, devem ser utilizados os especialistas selecionados, com suas opiniões, por meio dos valores da evidência favorável (Graus de Crença) e da evidência contrária (Graus de Descrença) que cada um atribui para cada indicador. Após a atribuição dos especialistas da evidência favorável e de evidência contrária para cada seção de cada fator, será feita a elaboração da base de dados para o MPD.

A base de dados consistiu na divisão entre os grupos existentes, que representam a valoração apresentada em cada indicador para cada tipo de tecnologia a ser avaliada. Os graus de crença e descrença de cada critério constituíram-se pelo valor médio das avaliações de cada especialista.

8ª Etapa - Obtenção do Grau de Contradição e de Certeza para cada indicador com a utilização dos parâmetros lógicos paraconsistentes

Com os valores do grau de crença (GÇ) e do grau de descrença (GDÇ) é possível estabelecer o grau de contradição (GCT) e o grau de certeza (GC). Segundo Da Costa *et al.* (1999) o GCT está no intervalo fechado [-1;+1] e é composto pelo grau de indeterminação e pelo grau de inconsistência. O grau de certeza GC, está no intervalo fechado [-1; +1] e é composto pelo grau de falsidade e pelo grau de verdade.

O grau de contradição é dado por:

$$\mathbf{GCT=\mu_1+\mu_2-1}$$

O grau de certeza é dado por:

$$\mathbf{GC=\mu_1-\mu_2}$$

Onde:

μ_1 - Grau de Aceitação

μ_2 – Grau de Rejeição

9ª Etapa - Obtenção do Grau de Crença e Descrença

Para cada indicador com a utilização dos parâmetros lógicos paraconsistentes, cuja aplicação dependerá do nível de exigência definido.

Segundo Da Costa (1994), a lógica paraconsistente utiliza três diferentes conectores para compilação das informações:

- operador NOT corresponde a negação da lógica anotada. Definido por: NOT ($\mu_1;\lambda_1$) = ($\lambda_1;\mu_1$), ou seja, NOT V = F e NOT F=V.

- operador OR tem o mesmo sentido da disjunção clássica, ou seja, de fazer a maximização. Definido por: ($\mu_1;\lambda_1$) OR ($\lambda_2;\mu_2$) = (Max { $\mu_1;\mu_2$ }; Max { $\lambda_1;\lambda_2$ }).

- operador AND tem o mesmo sentido da conjunção clássica, ou seja, de fazer a minimização. Definido por: ($\mu_1;\lambda_1$) AND ($\lambda_2;\mu_2$) = (Min { $\mu_1;\mu_2$ }; Min { $\lambda_1;\lambda_2$ }).

Para a seleção de alternativas de transporte, adota-se o maior grau de crença entre os atributos avaliados pelos especialistas, bem como o menor grau de descrença. Para isso aplica-se a técnica de maximização (OR) para as avaliações dos especialistas para cada indicador e a técnica de minimização (AND) para os resultados da análise, como se segue:

$$[(\text{Gr. A } \mu_1)] \text{ OR } [(\text{Gr. B } \mu_2)] \text{ OR } [(\text{Gr. C } \mu_3)] \dots \text{ OR } [(\text{Gr. N } \mu_n)];$$

[(Gr. A μ_1)] AND [(Gr. B μ_2)] AND [(Gr. C μ_3)]..... AND [(Gr. N μ_n)];

10ª Etapa - Avaliação final dos dados resultantes considerando a aplicação das regras de decisão e do algoritmo para-analisador

a) Cálculo de Evidência Favorável e Desfavorável, que consiste no resultado da aplicação do operador Min entre os grupos.

b) Cálculo dos graus de certeza ($H_i = a_{i,R} - b_{i,R}$) para cada indicador e aplicando-se a regra de decisão.

- Se $H_i \geq NE$, o fator F_i recomenda a execução do projeto;

- Se $H_i \leq -NE$, o fator F_i recomenda a não execução do projeto; e

- Se $-NE < H_i < NE$, o fator F_i é não conclusivo, ou seja, não recomenda a execução e nem a não execução do projeto.

c) Cálculo dos graus de incerteza ($H_i = [(a_{i,R} + b_{i,R}) - 1]$) para que com os valores do grau de certeza de cada indicador possa estabelecer o local de análise no algoritmo para-analisador, definindo assim a situação do indicador e mesmo do projeto.

11ª Etapa - Tomada de decisão

Após a determinação dos valores de evidência favorável e contrária do baricentro, têm-se informações que possibilitam a auxiliar no processo decisório para tomada de decisão.

Primeiramente plota-se o par ordenado no plano cartesiano de maneira a verificar a que região do reticulado o baricentro pertence.

5.3 – TÓPICOS CONCLUSIVOS

Este capítulo procurou expor a metodologia para aplicação da lógica paraconsistente na seleção de alternativas de transporte público, que teve como base os trabalhos de Carvalho e Abe (2011), Ciarlini (2009) e Moraes (2012). O reagrupamento das etapas originais em novos itens trouxe uma maior concisão nos procedimentos de elaboração do método.

A adaptação da metodologia existente determinou que o método paraconsistente de decisão aplicado a transportes deverá ser formado por grupos distintos, conforme a especialidade de cada avaliador atuante na área de transportes.

As vantagens desta abordagem são o tratamento direto de informações imprecisas, conflitantes (contraditórias) e/ou paracompletas, podendo abarcar dados objetivos ou mesmo subjetivos, por meio de uma estrutura de sistemas especialistas; implementação computacional extremamente simples e segurança ao decisor e garantindo qualidade ao diagnóstico, ao produto, ao serviço ou ao resultado, de uma maneira geral.(REIS,2007 E ANDRADE, 2009)

Por fim, foram determinadas as etapas que deveriam ser seguidas para seleção de tecnologias de transportes utilizando a lógica paraconsistente. De posse do modelo proposto, segue-se a sua aplicação em um estudo de caso no Capítulo 6.

6 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TOMADA DE DECISÃO PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

6.1- APRESENTAÇÃO

Este capítulo tem por objetivo verificar a aplicabilidade da metodologia e dos conceitos dispostos nos capítulos anteriores para a seleção de tecnologias de transporte público. Para isso, faz-se necessário uma aplicação da mesma por meio de um estudo de caso para verificar a aplicabilidade desta metodologia e suas possíveis limitações.

Antes de se proceder ao estudo de caso, é preciso se ter claro que a implementação desse sistema de apoio à tomada de decisão se utiliza da lógica paraconsistente para realização da análise dos dados. O modelo é uma proposta desenvolvida por Carvalho (2006), sendo propostos os passos a serem seguidos a fim de que seja aplicado a ferramenta no processo decisório.

6.2 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

A aplicação da proposta de metodologia para seleção de alternativas de transporte foi fundamentada nos estudos da Lógica Paraconsistente e do Método Paraconsistente de Decisão desenvolvidos por Carvalho (2006) e Carvalho e Abe (2011), sendo o modelo proposto detalhado no capítulo anterior.

Para o desenvolvimento do estudo, será considerado o Distrito Federal, especificamente o Eixo Sul, como o local escolhido para aplicação do método, que foi baseado na sequência de 11 etapas (Figura 5.1) que devem ser seguidas a fim de que tenham resultados satisfatórios.

1ª Etapa – Contextualização do Problema

O projeto urbanístico de Brasília priorizou em sua concepção e ainda prioriza claramente a utilização do veículo individual no planejamento da cidade, o que resulta na forte vocação a este modo, principalmente automóveis e motocicletas, impactando negativamente no meio ambiente, colaborando para o aumento da poluição, e prejudicando a qualidade de vida da população com congestionamentos, acidentes e o aumento do tempo médio de deslocamento entre a casa e o trabalho.

Com área de 5.789,2 Km², o Distrito Federal apresenta população superior a dois milhões de habitantes e densidade demográfica de 355 habitantes/Km², crescimento populacional muito superior às expectativas iniciais, consequência do poder de atração que o Distrito Federal exerce sobre as áreas circunvizinhas e a centralização das atividades políticas e socioeconômicas em Brasília. (IBGE,2010)

O Distrito Federal está dividido em Regiões Administrativas – RA's – representando uma periferia segregada pelas longas distâncias e pela esmagadora utilização do transporte individual.

Atualmente, a mancha urbana do Distrito Federal é caracteristicamente mais denso nas porções sul, oeste e sudoeste da área central, seguindo primordialmente os grandes eixos viários que interligam o Distrito Federal às principais cidades do sul/sudeste, como Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo e à Goiânia (respectivamente pelas estradas federais BR 040/050 e BR 060).

É nas direções Oeste e Sul que se encontram os núcleos urbanos mais populosos e densos do Distrito Federal, formados por Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, Riacho Fundo I e II e Recanto das Emas. Estes núcleos constituem a centralidade mais importante depois do Plano Piloto. Trata-se de uma tendência de concentração que se reflete também no seu exterior, uma vez que nas mesmas direções encontram-se, contíguos à divisa do Distrito Federal, as áreas urbanas dos municípios de Águas Lindas, Luziânia, Santo Antônio do Descoberto, Novo Gama, Valparaíso, Cidade Ocidental.).(CODEPLAN,2012)

O segundo conjunto urbano mais populoso é aquele formado pelas subáreas mais próximas ao Plano Piloto como Cruzeiro, Guará, Núcleo Bandeirante, Candangolândia e Lagos Sul e Norte. Este conjunto apresenta muitos vazios urbanos devido à presença do Lago Paranoá e de diversas unidades de conservação ambiental, além da área tombada do Plano Piloto. Apresenta também a população de renda mais alta do Distrito Federal e as maiores oportunidades de emprego. (CODEPLAN, 2012)

O Sistema de Transporte Coletivo do DF é classificado em: Básico e Complementar. O Serviço Básico compreende linhas dos modos - metroviário e rodoviário, que poderiam operar mediante integração física, tarifária e operacional. O Serviço Complementar compreende linhas do modo rodoviário com características

diferenciadas do Serviço Básico, que vissem atender seguimentos específicos de usuários. (DFTRANS, 2012)

O sistema de transporte urbano de passageiros no DF consiste fundamentalmente no transporte por ônibus e metrô. Os ônibus estão organizados em 888 linhas e 29 terminais e são operados por sete empresas

A rede de transporte coletivo que atende à área de estudo é composta por:

- Sistema metroviário;
- Sistema de transporte público coletivo - STPC;
- Sistema de transporte coletivo semi-urbano;
- Sistema de transporte coletivo local das cidades do Entorno.

De cada eixo estruturante, partem linhas troncais para os principais destinos no Distrito Federal, como a Rodoviária do Plano Piloto e para outros terminais de integração, de onde o usuário pode utilizar outra linha para chegar ao seu destino final. O entorno dos terminais de integração é atendido por linhas alimentadoras e circulares que permitem a integração, favorecendo a mobilidade da população.

Levando-se em consideração as principais vias que integram a infraestrutura viária do Distrito Federal e seu Entorno, sobre as quais recai a pressão sobre o tráfego urbano, definem-se cinco eixos populacionais (Figura 6.1):

- Eixo Norte, composto pelas Regiões Administrativas de Sobradinho e Planaltina;
- Eixo Noroeste, representado pelas Regiões Administrativas de Taguatinga, Ceilândia, Brazlândia, Samambaia e Guará;
- Eixo Sul, composto pelas cidades do Gama e Santa Maria;
- Eixo Sudoeste, composto pelas Regiões Administrativas do Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo, Candangolândia e Recanto das Emas; e
- Eixo Leste, representado pelas Regiões Administrativas de São Sebastião e Paranoá.

Os eixos Noroeste e Sul reuniam, no ano 2000, mais de 56% da população do DF e do Entorno.

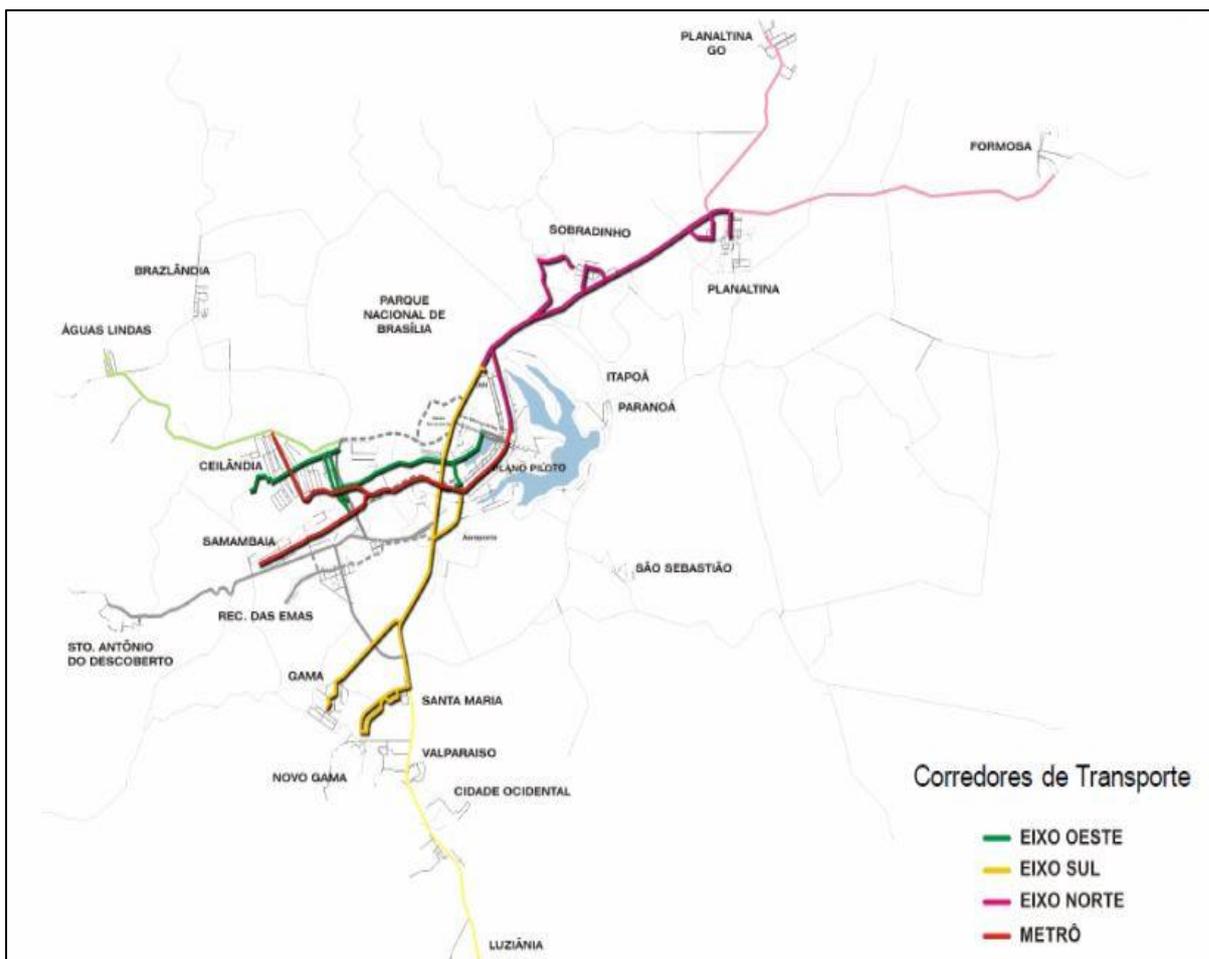


Figura 6.1 – Mapa dos Eixos de Transporte do Distrito Federal
Fonte – CODEPLAN (2012)

No Eixo Sul observa-se a diminuição da mobilidade devido ao fato das infraestruturas viárias existentes não atenderem as necessidades dos cidadãos, necessitando a construção de uma malha de vias rápidas ligando o sistema viário metropolitano e também a utilização de outras tecnologias de transporte.

Com a implementação de políticas públicas, pode-se melhorar o transporte público oferecido, com a ofertas de serviços de qualidade, de maneira que haja uma diminuição da dependência em relação ao automóvel.

Com a mudança e dispersão da população nas Regiões Administrativas (RA) e municípios do entorno observa-se o crescimento econômico dentro destes espaços, no qual se tem desenvolvido mercados locais e oportunidades de emprego, fazendo com que diminua o deslocamento e utilização do serviço de transporte público para o Plano Piloto. Tanto as RA`s quanto os municípios do entorno já possuem uma vida administrativa e econômica independente da região central.

Assim, devem-se observar as potencialidades existentes em cada espaço, ou seja, não só a necessidade de instalação de novas tecnologias de transporte, mas preocupar-se em implementação de atividades inovadoras, de importância metropolitana e regional, buscando também uma produção urbanística devidamente integrada e qualificada. Trata-se de buscar projetos que colaborem com crescimento das regiões em torno dos principais eixos viários, de maneira que haja uma desconcentração de atividades no Plano Piloto.

No processo de decisão para a seleção da alternativa de transporte para o Eixo Sul é considerado as alternativas que foram levantadas junto aos especialistas por meio do questionário (Apêndice A). Para sugestões de implantação foram levantados os seguintes tipos de transporte público para o Eixo Sul:

- Metrô;
- VLT;
- Ônibus Convencional;
- BRT;
- Monotrilho; e
- Trem Urbano.

A seleção de tecnologias de transporte público para o Eixo Sul justifica-se pela necessidade de uma tecnologia de transporte que atenda as necessidades daquela região. Justifica-se o que Abramczuk (2009) define como tomada de decisão, que é a solução de um problema, ou seja, a seleção de uma alternativa entre as possíveis apresentadas de maneira a definir qual a mais viável para determinada situação, onde se pode selecionar a melhor alternativa que atenderia a necessidade para o Eixo Sul.

A definição de Carvalho (2006) complementa a tomada de decisão na administração, pois define como a escolha consciente de um rumo de ação entre várias alternativas possíveis para chegar a um resultado desejado, no qual considera as variáveis em que a tomada de decisão envolve uma escolha consciente, não uma reação involuntária ou inconsciente, no qual implica a necessidade de decidir, ou seja, deve haver duas ou mais alternativas disponíveis, sendo que o rumo escolhido da ação leva a um resultado desejado.

O problema vivido nessa situação é considerado estruturado. Quanto ao nível de decisão considerado é o Estratégico, pois o processo é definido, sendo o resultado variável, tendo alta complexidade no processo de seleção de tecnologias de transporte.

Quanto ao modelo apresentado pode-se considerar modelo Racionalista ou Normativo, onde as tecnologias são selecionadas para atender, da forma mais otimizada, alguma meta ou objetivo pré-selecionado. No entanto, outros modelos de decisão podem estar inseridos no processo de maneira a auxiliar na seleção da alternativa mais adequada, com critérios e atributos que possibilitam ao tomador de decisão argumentos que auxiliem na negociação junto aos fornecedores.

2ª Etapa - Definição dos Especialistas

Para a elaboração do modelo é necessária à seleção de especialistas que poderão apresentar seus conhecimentos, experiências, vivência, sensibilidade, intuição, bom senso, etc, para dar informações sobre as possibilidades da melhor tecnologia de transporte público para o Eixo Sul, nas condições estabelecidas pelos atributos, para cada um dos fatores de influência escolhidos. A função do especialista é avaliar os atributos apresentados para cada tipo de transporte público descritos neste trabalho.

O próximo passo é a seleção dos especialistas que colaboraram na análise de maneira a dar informações que possibilitem auxiliar no processo de tomada de decisão. Este estudo utilizou-se de dez especialistas que terão a mesma relevância em suas opiniões, de maneira a não possuir uma tendência nas análises apresentadas.

A definição por dez especialistas está de acordo com o proposto por Carvalho (2006), no qual sugerem a utilização de no mínimo quatro especialistas para que o resultado não seja de muita subjetividade. O método permite uma grande flexibilidade quanto aos fatores considerados para a tomada de decisão, bem como o número de pessoas que participarão do processo de decisão. Os especialistas selecionados para participarem da pesquisa foram agrupados de acordo com sua experiência e conhecimento do produto adquirido:

- Grupo A – Ambiental - Nesse grupo serão utilizados dois especialistas da área ambiental que tenham conhecimento na área de transportes.

- Grupo B – Consultor - Nesse grupo será utilizado dois consultores da área de transportes.

- Grupo C – Docente - Nesse grupo será utilizado dois professores que sejam da área de transportes.

- Grupo D – Financeiro - Nesse grupo será utilizado dois especialistas da área financeira.

- Grupo E – Gestor Público - Nesse grupo será utilizado dois especialistas da área Pública especialista em Transportes.

3ª Etapa - Definição dos Critérios

Nesta etapa devem-se definir os critérios que influem para seleção de alternativas de transporte para que se possa elaborar a base de dados com os fatores que influem no sucesso (ou fracasso) do projeto, bem como selecionar os mais importantes e de maior influência no processo decisório, ou seja, os que podem afetar acentuadamente a viabilidade ou não da tecnologia de transporte.

Os critérios estabelecidos foram definidos pelo estudo desenvolvido por Ciarlini (2009) e Moraes (2012). Foram considerados os seguintes critérios:

- Aspectos econômicos;
- Aspectos da cidade;
- Aspectos dos usuários;
- Aspectos Ambientais; e
- Aspectos Políticos.

4ª Etapa - Definição do Nível de Exigência para o MPD

Quanto ao nível de exigência aplicado nesse estudo, será estabelecido o valor de 0,50, pois no caso desse processo, a tecnologia selecionada será apenas para demonstrar a aplicação do método, sendo que a definição do tipo de transporte para o Eixo Sul já passou por uma avaliação. Assim, o nível de exigência é de maneira a diferenciar os tipos de transporte que podem ser implementados no Eixo Sul, considerando os atributos estabelecidos por Ciarlini (2009) e Moraes (2012). O nível de exigência definirá qual dos tipos de transportes pode ser implementados no Eixo Sul na opinião dos especialistas.

Será considerado favorável ao tipo de transporte público urbano se, ao final, o grau de evidência favorável superar o de evidência contrária de 0,50, pelo menos. Com esse nível de exigência, o algoritmo para-analisador e a regra de decisão são apresentados na Figura 6.2.

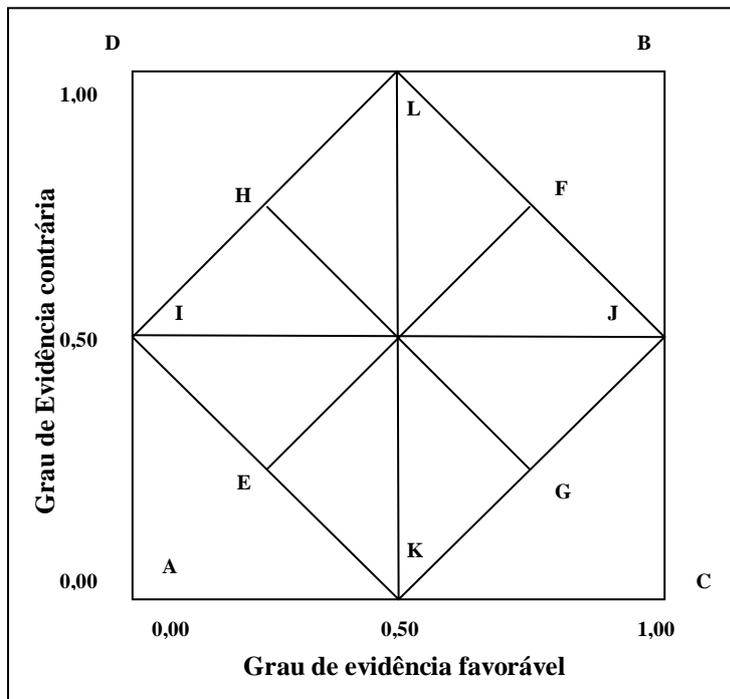


Figura 6.2 – Regra de decisão e algoritmo para-analisador para o NE igual a 0,50
Fonte: Adaptado de Carvalho e Abe (2011)

Para o nível de exigência de 0,5 consideram-se as seguintes avaliações:

- Viável quando o tipo de transporte esteja atendendo as exigências estabelecidas ($H \geq 0,50$);
- Inviável quando o tipo de transporte não esteja atendendo as exigências estabelecidas ($H \leq -0,50$);
- Não Conclusivo quando é necessário novas informações para que se possa avaliar o tipo de transporte ($-0,50 < H < 0,50$).

5ª Etapa - Definição dos atributos para o MPD

Quanto aos atributos utilizados na seleção de tecnologias de transporte público para o Eixo Sul, serão considerados os critérios estabelecidos por Ciarlini (2009) e Moraes (2012), para os Aspectos econômicos, da cidade, dos usuários, Ambientais e Políticos. (Tabela 6.1)

Tabela 6.1 – Definição de Atributos para Seleção de Tecnologias de Transportes

Crítérios	Atributos	
F1 - Aspectos econômicos	S1	Custo de projeto
	S2	Custo da obra
	S3	Custo de desapropriações
	S4	Custo de reassentamento
	S5	Custo operacional
F2 - Aspectos da cidade	S1	Impactos no tráfego
	S2	Impactos em acidentes de trânsito
	S3	Poluição visual
	S4	Impacto em áreas históricas
	S5	Impactos no mercado imobiliário
	S6	Impactos no uso do solo
	S7	Impactos na ocupação do solo
F3 - Aspectos dos usuários	S1	Cobertura dos Serviços
	S2	Tempos de viagem
	S3	Número de transferências
	S4	Conectividade com outros modais
F4 - Aspectos Ambientais	S1	Interferências em áreas de vegetação urbana e parques
	S2	Interferências em áreas de proteção ambiental
	S3	Interferências em áreas de pastagens ou de agricultura
	S4	Interferências nos recursos hídricos
	S5	Qualidade do ar
	S6	Ruídos
F5 - Aspectos Políticos	S1	Posição política
	S2	O relacionamento dos agentes envolvidos
	S3	Ações e recursos que possibilitam o convencimento
	S4	Interesses na tecnologia de transporte

Fonte – Adaptado de Ciarlini (2009) e Moraes (2012)

6ª Etapa - Elaboração do questionário para seleção da tecnologia de Transporte Público

Foi elaborado um questionário estruturado (Apêndice A) composto dos fatores e atributos selecionados em Ciarlini (2009) e Moraes (2012).

A elaboração consistiu na proposta da colaboração dos especialistas de maneira a selecionar a tecnologia de transporte público para o Eixo Sul do Distrito Federal. Assim, neste caso foram escolhidos “**n**” fatores “ F_i ” que influem na decisão, onde para cada fator são estabelecidos “**m**” atributos “ S_j ” que traduzem os atributos utilizados para seleção de transporte de massa.

7ª Etapa - Aplicação dos questionários aos especialistas selecionados

Foi apresentado aos especialistas selecionados, para que eles emitissem sua opinião do Grau de Aceitação e Rejeição de cada tipo de transporte a ser selecionado para o Eixo Sul. Como "especialista" na área, cada um deveria atribuir o valor “A” da evidência favorável (Aceitação ou Grau de crença) e o valor “R” da evidência contrária

(Rejeição ou Grau de Descrença) na seleção da tecnologia de transporte público para o Eixo Sul. Ou seja, para cada fator “ F_i ” nas condições determinadas pela seção Sj, estabeleceu-se dois valores das evidências, favorável (Aceitação) e contrária (Rejeição). Foi usada a opinião dos especialistas, baseada em seu background, ou seja, conhecimento, experiência, vivência, intuição, sensibilidade, bom senso etc.

Os valores estabelecidos das evidências favorável (a) e contrária (b) são números reais que variam no intervalo fechado $[0;1]$, ou seja, são números que podem variar de 0 (ou 0%) a 1 (ou 100%), incluindo estes. Esses valores não são complementares como acontece em probabilidades, isto é, não é necessário que $a + b = 1$. Por exemplo, há situações em que a evidência favorável é alta por alguma circunstância e a contrária também pode ser alta devido a outras circunstâncias.

8ª Etapa - Construção da base de dados

Para construção da base de dados, foram utilizados os especialistas selecionados, com suas opiniões, por meio dos valores da evidência favorável (Graus de Crença) e da evidência contrária (Graus de Descrença) que cada um atribui para a escolha das tecnologias de transportes. Após a atribuição dos especialistas da evidência favorável e de evidência contrária para cada seção de cada fator, foi feita a elaboração da base de dados para o MPD.

A base de dados consistiu na divisão entre os grupos A, B, C, D e E. (Apêndice B, C, D e E), que representam a valoração apresentada em cada indicador para cada tipo de transporte. Os graus de crença e descrença de cada critério constituíram-se pelo valor médio das avaliações de cada especialista.

O Apêndice B representa a valoração apresentada pelos especialistas do Grupo A, constituído de especialistas da área ambiental, no qual apresentam as opiniões referentes as tecnologias de transportes para cada indicador selecionado.

O Apêndice C representa a valoração apresentada pelos especialistas do Grupo B, constituído de especialistas que atuam como consultores da área de transportes, no qual apresentam as opiniões referentes as tecnologias de transportes para cada indicador selecionado.

O Apêndice D representa a valoração apresentada pelos especialistas do Grupo C, constituído de especialistas da área de docência, no qual apresentam as opiniões referentes as tecnologias de transportes para cada indicador selecionado.

O Apêndice E representa a valoração apresentada pelos especialistas do Grupo D, constituído de especialistas da área financeira, no qual apresentam as opiniões referentes as tecnologias de transportes para cada indicador selecionado.

O Apêndice F representa a valoração apresentada pelos especialistas do Grupo E, constituído de especialistas da área pública, ou seja, profissionais que atuam na área pública que apresentam influência nos processos decisórios, no qual apresentam as opiniões referentes as tecnologias de transportes para cada indicador selecionado.

9ª Etapa - Obtenção do Grau de Contradição e de Certeza para cada indicador com a utilização dos parâmetros lógicos paraconsistentes

Com os valores do grau de crença (GÇ) e do grau de descrença (GDC) é possível estabelecer o grau de contradição (GCT) e o grau de certeza (GC).

Os Apêndices G, I, K, M, O e Q apresentam os resultados da aplicação da lógica paraconsistente anotada (LPA), das assertivas referentes as tecnologias de transporte público (Metrô, VLT, Ônibus Convencional, BRT, Monotrilho e Trem Urbano) para cada indicador considerado na análise.

A Tabela 6.2 apresenta os resultados da aplicação do operador Max e Min para as tecnologias de transporte para o Eixo Sul para cada critério utilizado na análise. Foi efetuada a maximização dos Grupos A, B, C, D e E. Em seguida, realizou-se a minimização sobre os resultados obtidos e ao fim, aplicou-se o cálculo do grau de aceitação e rejeição para cada indicador. Foram calculadas as médias (W) para cada GC e GD, no qual se refere à solução para cada critério considerado (F1,F2,F3,F4 e F5).

Tabela 6.2 – Cálculo da Maximização e Minimização dos resultados

	FACTOR	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5		MIN	
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)		GC	GD
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD
METRÔ	F1	0,46	0,56	0,76	0,34	0,58	0,32	0,50	0,24	0,90	0,40	0,46	0,24
	F2	0,53	0,67	0,63	0,54	0,71	0,44	0,66	0,11	0,80	0,56	0,53	0,11
	F3	0,83	0,15	0,60	0,50	0,95	0,40	0,95	0,40	0,85	0,58	0,60	0,15
	F4	0,65	0,68	0,60	0,33	0,73	0,65	0,68	0,33	0,58	0,80	0,58	0,33
	F5	0,93	0,20	0,68	0,28	0,55	0,63	0,50	0,55	0,53	0,80	0,50	0,20
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,42	0,18
VLT	F1	0,58	0,52	0,76	0,42	0,80	0,18	0,58	0,20	0,92	0,24	0,58	0,18
	F2	0,61	0,71	0,66	0,66	0,73	0,36	0,71	0,24	0,69	0,59	0,61	0,24
	F3	0,73	0,30	0,63	0,50	0,88	0,48	0,88	0,60	0,83	0,53	0,63	0,30
	F4	0,57	0,65	0,60	0,32	0,72	0,68	0,75	0,33	0,60	0,75	0,57	0,32
	F5	0,95	0,25	0,68	0,28	0,48	0,55	0,43	0,53	0,58	0,48	0,43	0,25
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,45	0,21
ONIBUS CONVENCIONAL	F1	0,00	0,00	1,00	0,18	0,58	0,86	0,56	0,12	0,92	0,88	0,00	0,00
	F2	0,00	0,00	0,79	0,61	0,56	0,69	0,27	0,61	0,67	0,60	0,00	0,00
	F3	0,73	0,30	0,63	0,50	0,88	0,48	0,88	0,60	0,83	0,53	0,63	0,30
	F4	0,00	0,00	0,70	0,30	0,72	0,62	0,42	0,62	0,82	0,32	0,00	0,00
	F5	0,00	0,00	0,75	0,38	0,65	0,60	0,65	0,65	0,83	0,28	0,00	0,00
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,00	0,00
BRT	F1	0,66	0,24	1,00	0,40	0,58	0,64	0,58	0,08	0,96	0,66	0,58	0,08
	F2	0,46	0,61	0,64	0,71	0,54	0,63	0,23	0,54	0,64	0,77	0,23	0,54
	F3	0,83	0,13	0,73	0,30	0,70	0,53	0,70	0,53	0,70	0,43	0,70	0,13
	F4	0,50	0,53	0,65	0,23	0,62	0,52	0,45	0,57	0,72	0,38	0,45	0,23
	F5	0,95	0,25	0,60	0,35	0,75	0,48	0,78	0,45	0,83	0,45	0,60	0,25
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,38	0,22
MONOTRILHO	F1	0,74	0,46	0,64	0,46	0,52	0,40	0,44	0,20	0,66	0,52	0,44	0,20
	F2	0,76	0,46	0,63	0,57	0,64	0,50	0,63	0,41	0,61	0,61	0,61	0,41
	F3	0,85	0,43	0,60	0,60	0,75	0,43	0,75	0,38	0,68	0,58	0,60	0,38
	F4	0,63	0,52	0,55	0,67	0,57	0,63	0,67	0,50	0,38	0,72	0,38	0,50
	F5	0,88	0,20	0,63	1,00	0,25	0,60	0,15	0,60	0,53	0,83	0,15	0,20
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,38	0,26
TREM URBANO	F1	0,86	0,28	0,76	0,34	0,60	0,22	0,42	0,16	0,86	0,32	0,42	0,16
	F2	0,44	0,71	0,53	0,54	0,66	0,46	0,47	0,54	0,73	0,56	0,44	0,46
	F3	0,80	0,23	0,63	0,50	0,70	0,53	0,75	0,33	0,65	0,58	0,63	0,23
	F4	0,52	0,57	0,60	0,40	0,52	0,63	0,47	0,65	0,52	0,55	0,47	0,40
	F5	0,93	0,38	0,63	0,35	0,70	0,50	0,73	0,48	0,58	0,63	0,58	0,35
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,40	0,27

Fonte- Elaboração Própria

10ª Etapa - Avaliação final dos dados resultantes considerando a aplicação das regras de decisão e do algoritmo para-analisador

Conforme a metodologia descrita inicialmente, foram calculadas as médias dos resultados dos GC e GD (Tabela 6.3). Estes resultados foram aplicados na regra de decisão e no algoritmo para-analisador ao nível de exigência de 0,50.

Tabela 6.3 – Aplicação da Regra de Decisão

	FATOR	Atributos		26
		Nível de Exigência		0,50
		CONCLUSÕES		DECISÃO
		H	G	
METRÔ	F1	0,22	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	F2	0,41	-0,36	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,45	-0,25	NÃO CONCLUSIVO
	F4	0,25	-0,08	NÃO CONCLUSIVO
	F5	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,23	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
VLT	F1	0,40	-0,24	NÃO CONCLUSIVO
	F2	0,37	-0,14	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,33	-0,08	NÃO CONCLUSIVO
	F4	0,25	-0,12	NÃO CONCLUSIVO
	F5	0,18	-0,33	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,25	-0,34	NÃO CONCLUSIVO
ONIBUS	F1	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	F2	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,33	-0,08	NÃO CONCLUSIVO
	F4	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	F5	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
BRT	F1	0,50	-0,34	VIÁVEL
	F2	-0,31	-0,23	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,58	-0,18	VIÁVEL
	F4	0,22	-0,32	NÃO CONCLUSIVO
	F5	0,35	-0,15	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,17	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
MONOTRILHO	F1	0,24	-0,36	NÃO CONCLUSIVO
	F2	0,20	0,03	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,23	-0,03	NÃO CONCLUSIVO
	F4	-0,12	-0,12	NÃO CONCLUSIVO
	F5	-0,05	-0,65	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,12	-0,36	NÃO CONCLUSIVO
TREM	F1	0,26	-0,42	NÃO CONCLUSIVO
	F2	-0,01	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	F3	0,40	-0,15	NÃO CONCLUSIVO
	F4	0,07	-0,13	NÃO CONCLUSIVO
	F5	0,23	-0,08	NÃO CONCLUSIVO
	W	0,13	-0,33	NÃO CONCLUSIVO

Fonte- Elaboração Própria

Os Apêndices G, I, K, M, O e Q apresentam a aplicação das regras de maximização e minimização para cada tecnologia de transporte, no qual se verifica os graus de crença e descrença para cada fator e indicador.

A Tabela 6.3 apresenta a média estabelecida para cada tecnologias de transporte. Observa-se que ao analisar os fatores isoladamente utilizados na pesquisa, verifica-se que três fatores, F2, F4 e F5 em todos as tecnologias de transportes, apresentam resultados não conclusivos, ou seja, quanto a esses fatores os especialistas não recomendam e nem deixam de recomendar a implantação no Eixo Sul. São necessárias novas informações para que se possa tomar a decisão como viável da implantação ou

não da tecnologia de transporte. No entanto, os fatores F1 e F3 para o BRT apresentam viabilidade de implantação, e para os demais tecnologias como não conclusivos.

Para um melhor entendimento dos resultados obtidos junto aos fatores é necessário verificar os resultados obtidos para cada indicador que pelas médias estabeleceram os resultados para os fatores em estudo. Observa-se no Apêndice G, que quanto aos atributos utilizados para cada fator, no caso do Metrô, os atributos S5 de F2, S1, S2 e S4 de F3, S5 de F4 apresentam viabilidade para implantação deste modo no Eixo Sul, sendo os demais atributos não conclusivos, necessitando de maiores informações para a tomada de decisão. Percebe-se que os aspectos da cidade, relativos a usuários e ambientais são os que fortalecem a implementação do metrô no eixo sul.

No caso do VLT (Apêndice I), os atributos S1, S2 e S4 do F3 e S5 do F4 apresentam viabilidade quanto à implantação desta tecnologia de transporte, sendo os demais não conclusivos. Observa-se que aspectos relativos a usuários e ambientais tem maiores aceitação para implantação desta tecnologia.

Quanto ao ônibus convencional (Apêndice K) todos os atributos são não conclusivos. Neste caso, verifica-se a necessidade de outros atributos para cada fator de maneira a definir pela viabilidade ou não desta tecnologia de transporte.

O BRT (Apêndice M) apresenta a viabilidade para os atributos S2 de F1, S1 e S4 de F3, e S3 e S4 de F5, e inviabilidade quando analisado o S4 do F2, apresentando como não conclusivos os demais atributos. Quanto a esta tecnologia de transporte observa-se que indicador econômico e aspectos relacionados aos usuários apresentam força para seleção desta tecnologia. No entanto, os fatores políticos mostram a percepção pela inviabilidade desta tecnologia.

Ao analisar o Monotrilho (Apêndice O), observa-se que S1 de F2, S1, S2 e S4 de F3 apresentam viabilidade quanto a implantação desta tecnologia de transporte. No entanto, apresenta o indicador S4 de F2, como inviável para esta tecnologia. Os demais atributos são considerados não conclusivos. Observa-se que os aspectos da cidade e aspectos ambientais possibilitam a aceitação da tecnologia de transporte em questão, sendo os aspectos relativos a usuários tendendo a inviabilidade desta tecnologia.

O Trem Urbano (Apêndice Q) considera-se os atributos S2 e S5 de F1, S2 e S4 de F3 viável para implantação desta tecnologia de transporte. O S4 de F2 é considerado inviável para implantação e os demais atributos considerados não conclusivos. Neste

caso, os aspectos econômicos e os aspectos relacionados aos usuários apresentam aceitação quanto a implantação do trem no eixo sul, tendo os aspectos relacionados a cidade como não favorável a implantação.

Outra forma da análise das tecnologias de transporte para o eixo é por meio da representação gráfica que apresenta o fluxo das informações utilizando a maximização e minimização dos resultados, obtendo ao final o GC e GD para cada tecnologias de transporte. (Apêndice B, D, F, H e J)

O *output* de um conectivo OR é o maior valor das entradas; o output de um conectivo AND é o menor valor das entradas.

O modelo de rede OR e AND para grupos de especialistas foi obtido em Carvalho e Abe (2011). As informações vindas dos 10 especialistas, que podem ser conflitantes e imprecisas, são sintetizadas num resultado denominado “Decisão” que expressa o grau de crença e o grau de contradição. O grau de crença expressa a evidência favorável à proposição, e o grau de descrença a evidência contrária à proposição. (DA COSTA *et al*, 1999).

Os Apêndices G, I, K,M, O e Q apresentam o fluxo da regra de decisão aplicada para os fatores considerados no estudo. No caso dos atributos, poderia ser feita a mesma análise, no entanto, como a influência de cada fator não interfere na decisão pela tecnologia de transporte, optou-se pela não elaboração dos fluxos para os atributos de cada critério.

Ao final pode-se observar que para cada tecnologias de transporte foram encontrados valores que formam o eixo da abscissa (H) e ordenada (G) para cada fator e seção utilizada no estudo de maneira que auxilie na elaboração do algoritmo para-analisador. (Figura 6.3 e Apêndices S, T, U, V, X e Y)

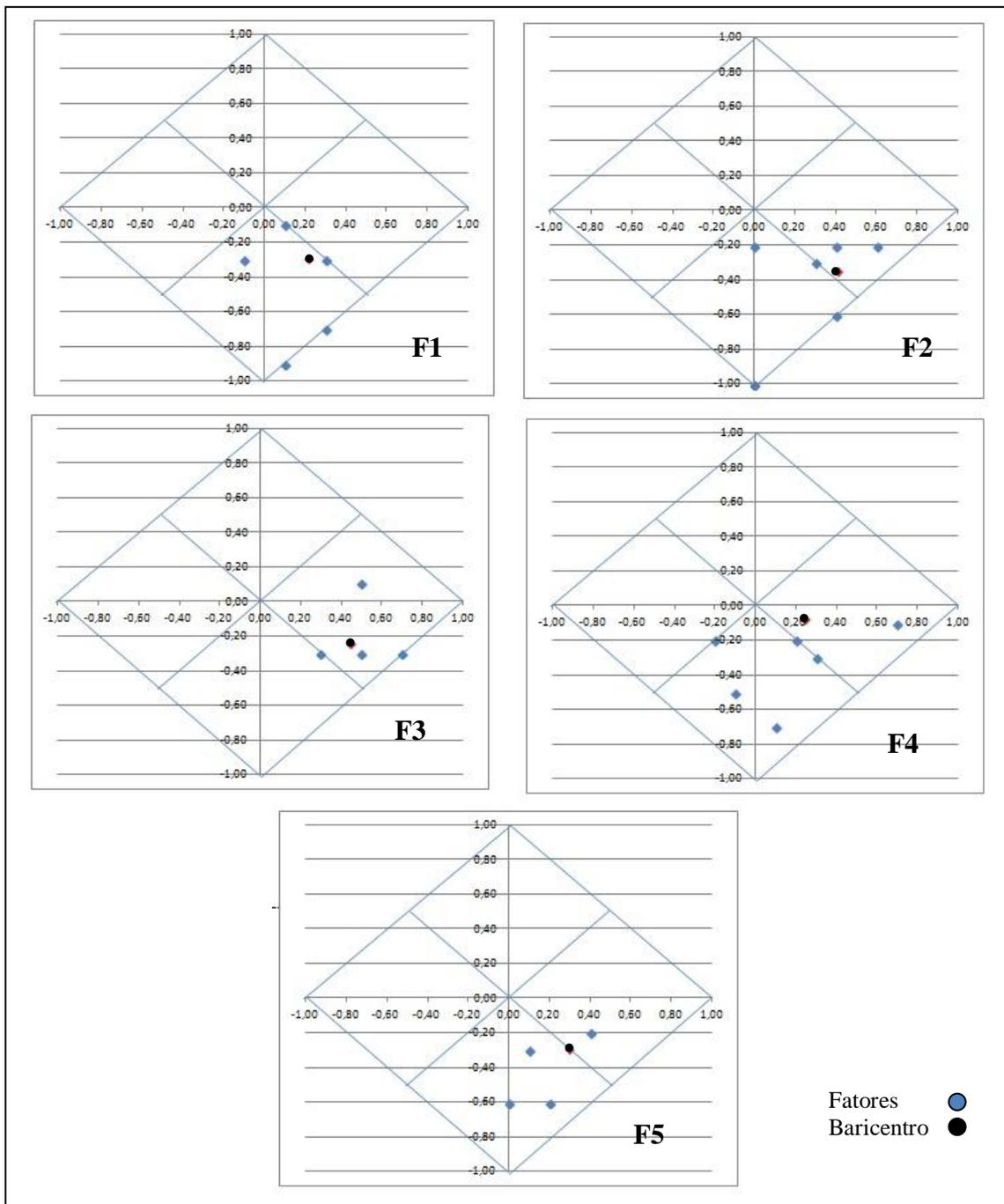


Figura 6.3 - Análise dos resultados pelo dispositivo para-analisador, ao nível de exigência 0,50 para Metrô

Fonte- Elaboração Própria

A Tabela 6.4 apresenta os resultados obtidos para cada fator das tecnologias de transporte abordados no estudo

Tabela 6.4 – Conclusões da análise de cada tecnologia de transporte

Tecnologia de Transporte	H	G
Metrô	0,23	-0,40
VL	0,25	-0,34
Ônibus Convencional	0,00	-1,00
BRT	0,17	-0,40
Monotrilho	0,12	-0,36
Trem Urbano	0,13	-0,33

Fonte- Elaboração Própria

De posse dos resultados pode-se utilizar o algoritmo para-analisador para análise dos fatores e atributos considerados para cada tecnologia de transporte. Para a avaliação foram consideradas as regiões estabelecidas pelo QUPC (Figura 6.4).

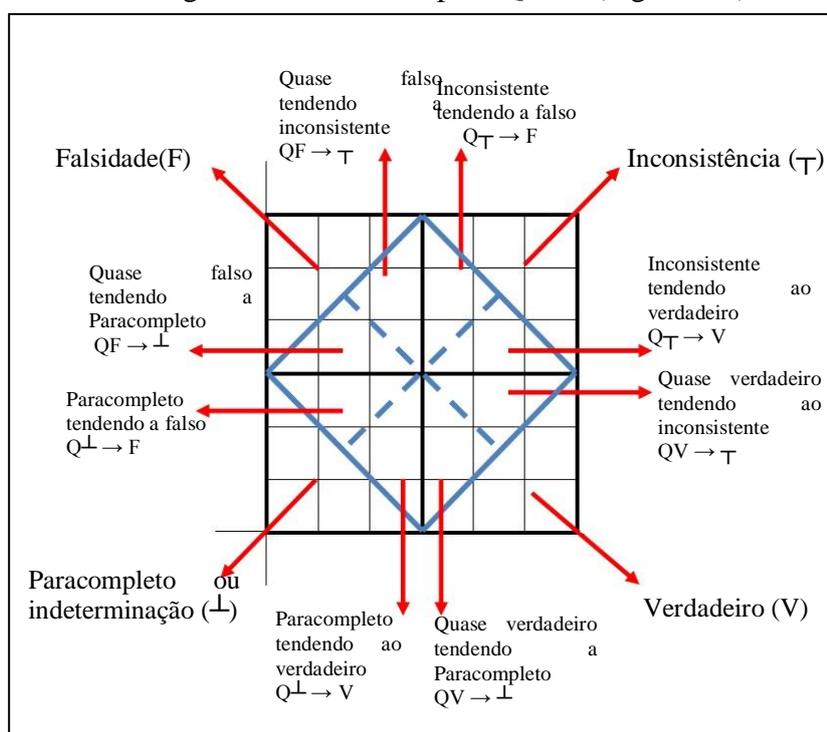


Figura 6.4 – QUPC em nível de exigência de 0,50

Fonte – Adaptado de Carvalho e Abe, 2011

A utilização do baricentro apresenta a influência dos fatores na escolha pelos modos de transporte para o Eixo Sul.

Para uma análise mais detalhada de maneira que auxilie no processo decisório leva-se em consideração a posição do baricentro W, que no caso do Metrô encontra-se sob as coordenadas (0,23;-0,40), que representam as influências dispares de todos os fatores envolvidos (Figura 6.5). Como o baricentro W está na região de quase verdade tendendo à inconsistência, infere-se que o resultado final da análise é não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação desta tecnologia de transporte, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser

realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

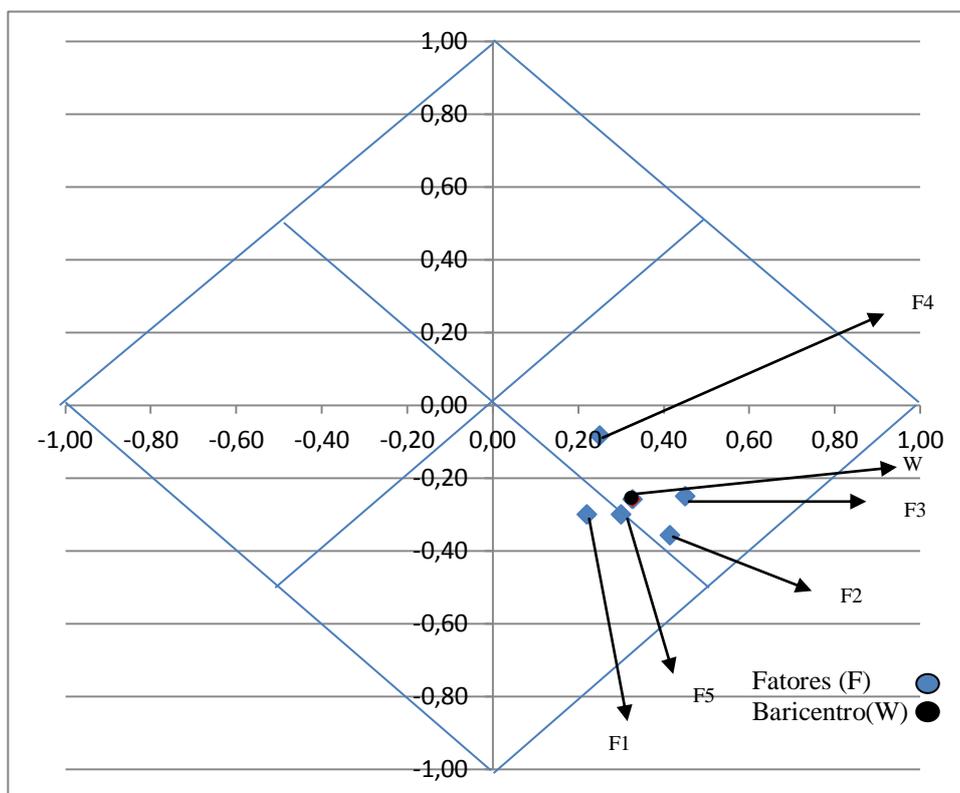


Figura 6.5 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Metrô
Fonte- Elaboração Própria

Ao considerar a análise para cada indicador observa-se na Tabela 6.5 os resultados da análise e a representação gráfica do algoritmo constante do Apêndice S.

Tabela 6.5 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Metrô

Metrô	H	G	Análise
F1	0,22	-0,30	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F2	0,41	-0,36	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F3	0,45	-0,25	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F4	0,25	-0,08	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F5	0,30	-0,30	Quase Verdade tendendo a Inconsistência

Fonte- Elaboração Própria

Quanto a análise do VLT encontra-se sob as coordenadas (0,25;-0,34), que representam as influências dispares de todos os fatores envolvidos (Figura 6.6). Como o baricentro W está na região de quase verdade tendendo à inconsistência, infere-se que o resultado final da análise é não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação do VLT, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

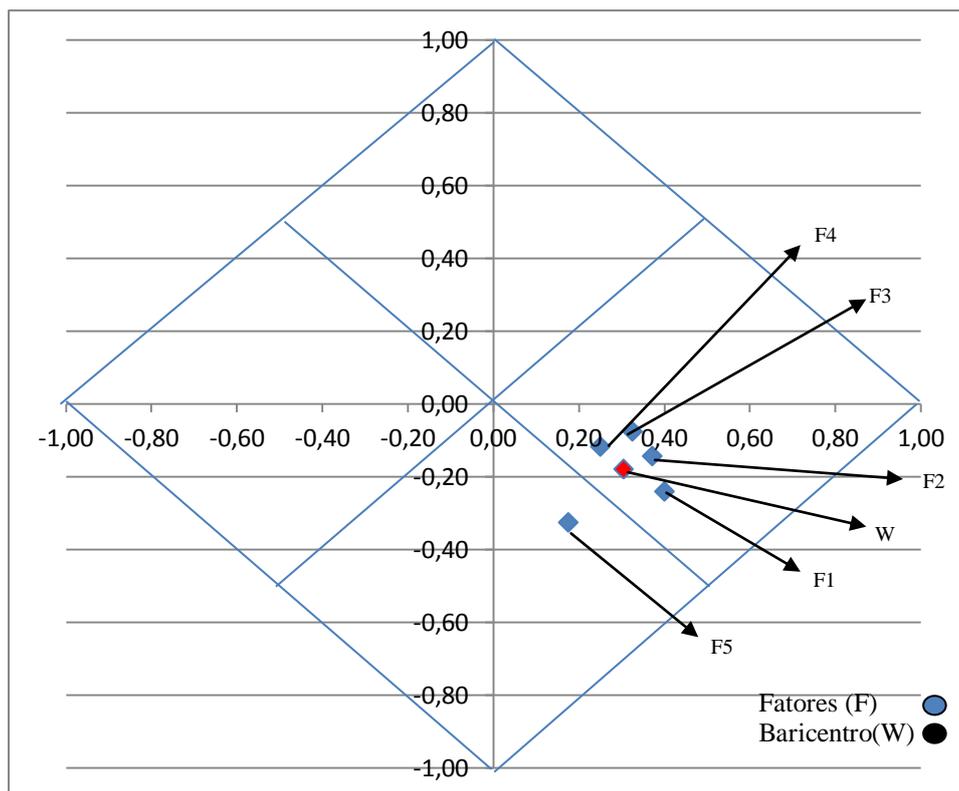


Figura 6.6 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do VLT
Fonte- Elaboração Própria

Ao considerar a análise para cada indicador observa-se na Tabela 6.6 os resultados da análise e a representação gráfica do algoritmo constante do Apêndice T.

Tabela 6.6 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o VLT

VLТ	H	G	Análise
F1	0,40	-0,24	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F2	0,37	-0,14	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F3	0,33	-0,08	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F4	0,25	-0,12	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F5	0,18	-0,33	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto

Fonte- Elaboração Própria

No caso do Ônibus Convencional as coordenadas encontradas (0,00;-1,00), representam as influências dispares de todos os fatores envolvidos (Figura 6.7). Como o baricentro W está na região de totalmente indeterminado, conclui-se como não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação do ônibus convencional, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

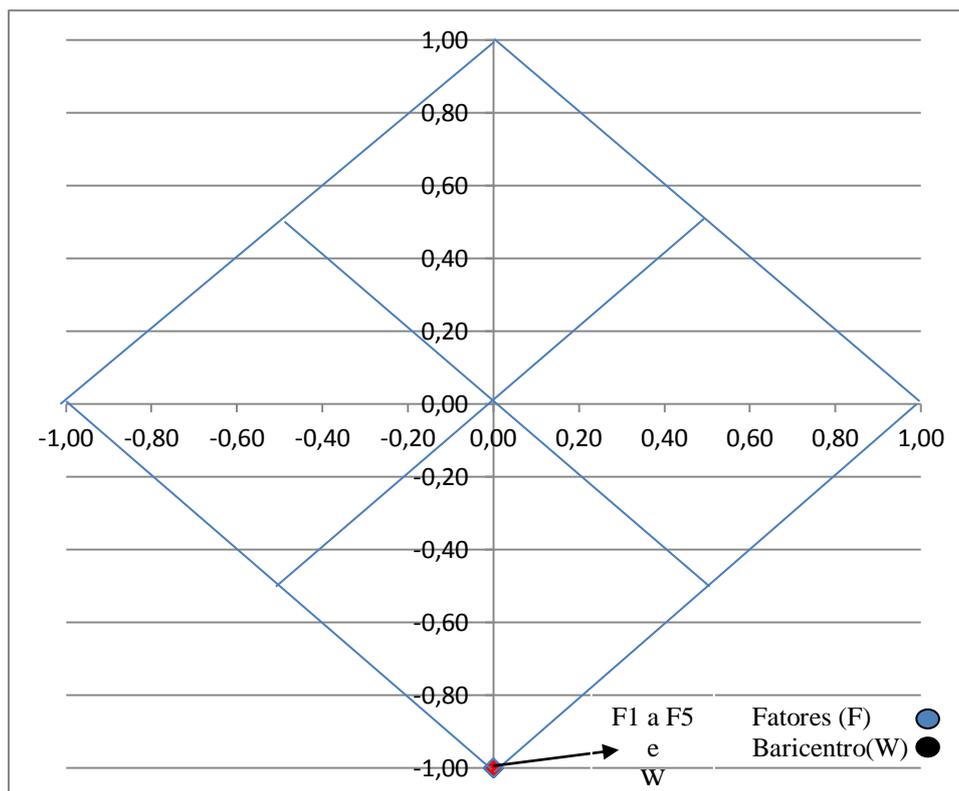


Figura 6.7 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Ônibus Convencional
Fonte- Elaboração Própria

Na análise de cada indicador observa-se na Tabela 6.7 os resultados encontrados e a representação gráfica do algoritmo no Apêndice U.

Tabela 6.7 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Ônibus Convencional

Ônibus Convencional	H	G	Análise
F1	0,00	-1,00	Totalmente Paracompleto ou indeterminado
F2	0,00	-1,00	Totalmente Paracompleto ou indeterminado
F3	0,33	-0,08	Totalmente Paracompleto ou indeterminado
F4	0,00	-1,00	Totalmente Paracompleto ou indeterminado
F5	0,00	-1,00	Totalmente Paracompleto ou indeterminado

Fonte- Elaboração Própria

Quanto a análise do BRT as coordenadas encontradas (0,17;-0,40) representam as influências dispare de todos os fatores envolvidos (Figura 6.8). Como o baricentro W está na região de quase verdade tendendo à inconsistência, conclui-se como não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação do BRT, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

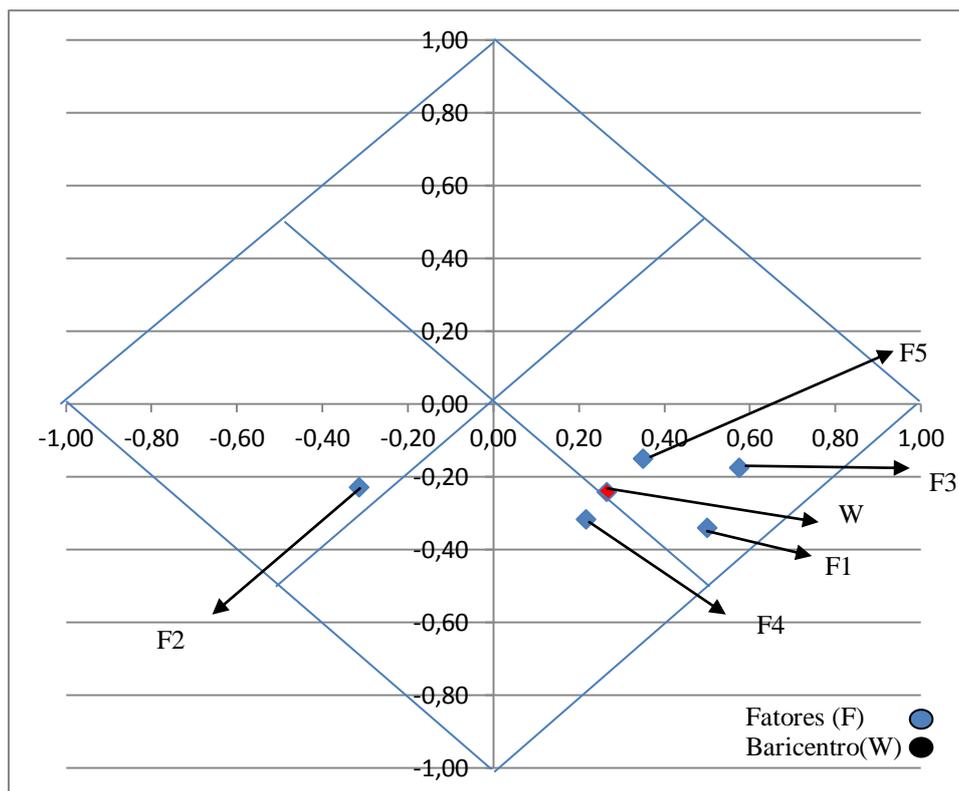


Figura 6.8 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do BRT
Fonte- Elaboração Própria

Na análise para cada indicador observa-se na Tabela 6.8 os resultados encontrados e a representação gráfica do algoritmo constante do Apêndice W.

Tabela 6.8 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o BRT

BRT	H	G	Análise
F1	0,50	-0,34	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F2	-0,31	-0,23	Paracompleto Tendendo ao Falso
F3	0,58	-0,18	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F4	0,22	-0,32	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F5	0,35	-0,15	Quase Verdade tendendo a Inconsistência

Fonte- Elaboração Própria

Quanto a análise do Monotrilho as coordenadas encontradas (0,12;-0,36), representam as influências dispares de todos os fatores envolvidos (Figura 6.9). Como o baricentro W está na região de quase verdade tendendo ao paracompleto, conclui-se como não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação do BRT, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

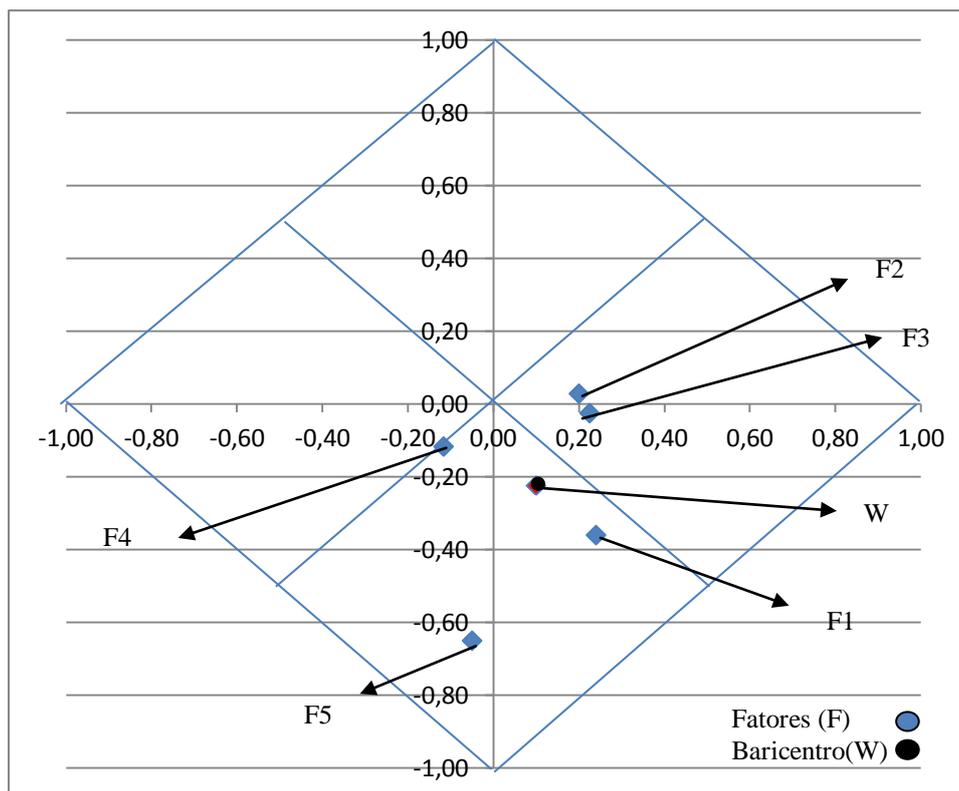


Figura 6.9 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Monotrilho
Fonte- Elaboração Própria

Na análise para cada indicador observa-se na Tabela 6.9 os resultados encontrados e a representação gráfica do algoritmo constante do Apêndice X.

Tabela 6.9 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Monotrilho

Monotrilho	H	G	Análise
F1	0,24	-0,36	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F2	0,20	0,03	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F3	0,23	-0,03	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F4	-0,12	-0,12	Paracompleto tendendo ao Falso
F5	-0,05	-0,65	Paracompleto tendendo a Verdade

Fonte- Elaboração Própria

Na análise do Trem Urbano verifica-se que se encontra sob coordenadas (0,13;-0,33), que representam as influências dispares de todos os fatores envolvidos (Figura 6.10). Como o baricentro W está na região de verdade tendendo à inconsistência, conclui-se como não conclusivo, ou seja, a análise não recomenda a implantação do Trem Urbano, mas também não exclui esta possibilidade, mas se for de interesse, novas pesquisas devem ser realizadas numa tentativa de aumentar as evidências que possibilitem a viabilidade da implementação desta tecnologia de transporte.

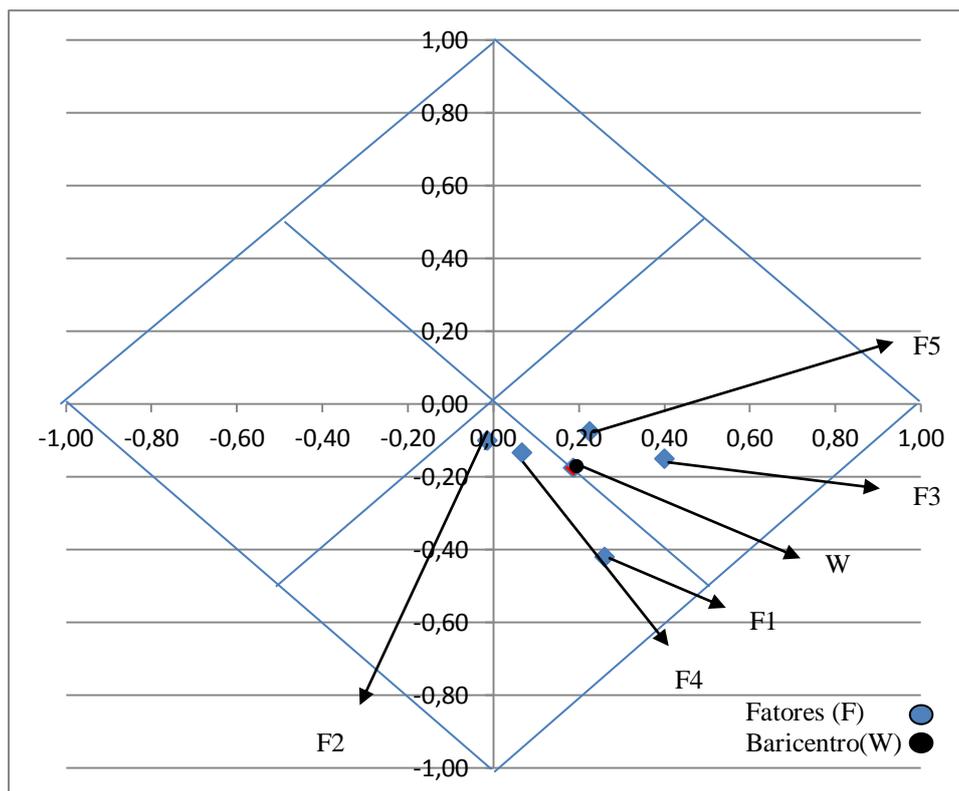


Figura 6.10 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise do Trem Urbano
Fonte- Elaboração Própria

Na análise para cada indicador observam-se na Tabela 6.10 os resultados encontrados e a representação gráfica do algoritmo constante do Apêndice Y.

Tabela 6.10 – Análise dos atributos com algoritmo para-analisador para o Trem Urbano

Trem Urbano	H	G	Análise
F1	0,26	-0,42	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F2	-0,01	-0,10	Paracompleto Tendendo a Verdade
F3	0,40	-0,15	Quase Verdade tendendo a Inconsistência
F4	0,07	-0,13	Quase Verdade tendendo ao Paracompleto
F5	0,23	-0,08	Quase Verdade tendendo a Inconsistência

Fonte- Elaboração Própria

11ª Etapa -Tomada de Decisão

Após a determinação dos valores de evidência favorável e contrária do baricentro, têm-se informações que possibilitam a auxiliar no processo decisório para definição da tecnologia de transporte para o Eixo Sul.

Primeiramente plota-se o par ordenado no plano cartesiano de maneira a verificar a que região do reticulado o baricentro pertence. Consideram-se os valores constantes da Tabela 6.10. A Figura 6.11 apresenta localização do par-ordenado no baricentro para cada resultante das tecnologias de transporte.

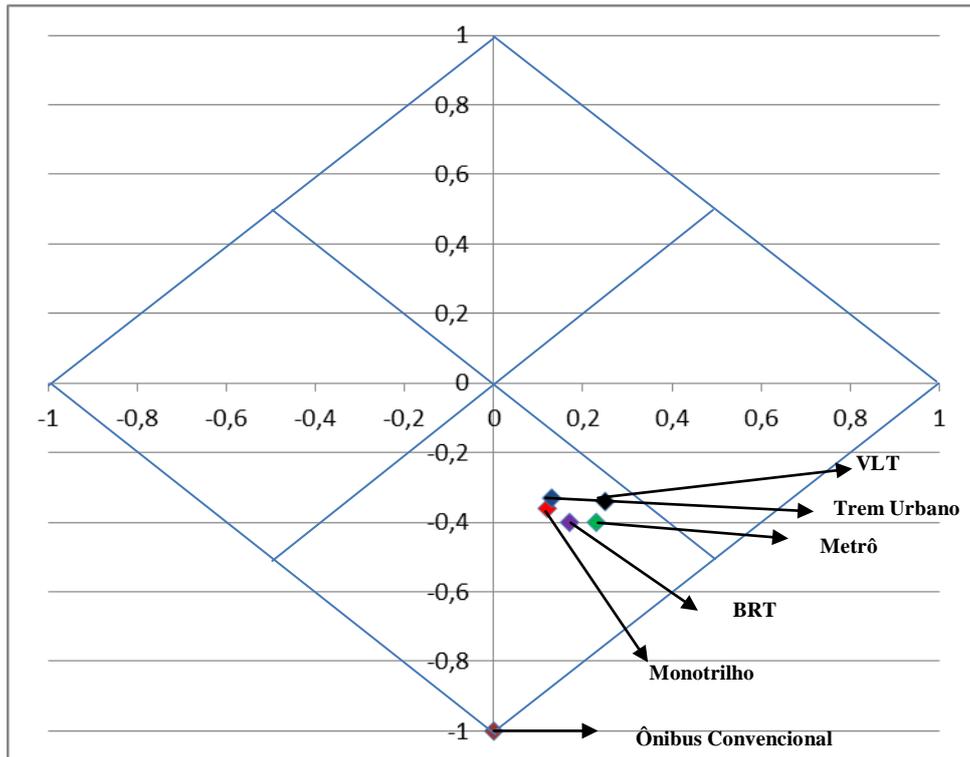


Figura 6.11 – Aplicação do algoritmo para-analisador para análise das tecnologias de transporte
Fonte- Elaboração Própria

Como se podem verificar todas as tecnologias de transporte pertencem a região de quase verdade tendendo ao paracompleto, tendo como análise não conclusiva, ou seja, conclui-se nem pela viabilidade e nem pela inviabilidade de implantação, e caso seja de interesse deve-se realizar novos estudos de forma que se possa chegar a uma conclusão positiva (viabilidade ou inviabilidade), sempre tendo como apoio os estados não extremos correspondentes.

Outra análise para se definir a decisão final entre as tecnologias de transporte é pela aplicação da regra de decisão, no qual se calcula o grau de certeza do baricentro ($H_W = a_W - b_W$) e aplicar a regra de decisão.

- a. Se $H_W \geq NE$, a decisão é favorável e recomenda a execução do projeto (viável);
- b. se $H_W \leq -NE$, a decisão é desfavorável e recomenda a não execução do projeto (inviável); e
- c. se $-NE < H_W < NE$, diz-se que a análise é não conclusiva.

A Tabela 6.11 apresenta o grau de certeza do baricentro(H_W), que possibilita inferir que para todos as tecnologias de transporte tem-se como não conclusivo,

corroborando com a análise feita pelo algoritmo para-analisador, que não recomenda a implantação das tecnologias apresentadas e nem a não implantação, sugerindo apenas que, se for de interesse, novos estudos sejam feitos para se tentar resolver a indecisão.

Tabela 6.11 – Decisão para cada tecnologia de Transporte

Tecnologia de Transporte	H_W	NE	Análise	Decisão
Metrô	0,23	0,50	0,23 < 0,50	Não Conclusivo
VLT	0,25	0,50	0,25 < 0,50	Não Conclusivo
Ônibus Convencional	0,00	0,50	0,00 < 0,50	Não Conclusivo
BRT	0,17	0,50	0,17 < 0,50	Não Conclusivo
Monotrilho	0,12	0,50	0,12 < 0,50	Não Conclusivo
Trem Urbano	0,13	0,50	0,13 < 0,50	Não Conclusivo

Fonte- Elaboração Própria

A Tabela 6.11 apresenta o grau de certeza do baricentro (H_W), no qual possibilita inferir que para todas as tecnologias de transporte tem-se como não conclusivo, corroborando com a análise feita pelo algoritmo para-analisador, que da análise o resultado não recomenda a implantação das tecnologias apresentadas e nem a não implantação, sugerindo apenas que, se for de interesse, novos estudos sejam feitos para se tentar resolver a indecisão.

No entanto, como o objeto de estudo era apenas realizar a comparação das tecnologias busca-se como critério para a seleção das tecnologias aquela que apresenta maior grau de certeza (Carvalho e Abe, 2011). Conclui-se que o VLT é a tecnologia que melhor atenderia as necessidades para o Eixo Sul, considerando a opinião dos especialistas, seguidos do metrô, BRT, trem Urbano, Monotrilho e Ônibus Convencional. (Tabela 6.12)

Tabela 6.12 – Grau de Crença para cada tecnologia de Transporte

Ordem	Tecnologia de Transporte	H_W
1	VLT	0,25
2	Metrô	0,23
3	BRT	0,17
4	Trem Urbano	0,13
5	Monotrilho	0,12
6	Ônibus Convencional	0,00

Fonte- Elaboração Própria

6.3 - TÓPICOS CONCLUSIVOS

A aplicação do método paraconsistente de decisão para seleção de tecnologias de transporte público no Eixo Sul do DF possibilitou verificar que o método é aplicável para estudos de definição de tecnologias de transporte público. Mesmo com características diferentes para cada eixo e as tecnologias de transporte, a metodologia

proposta por Carvalho (2006) consegue abranger tais aspectos em seu modelo justamente pelo diferencial que apresenta a parametrização de critérios e fatores e permiti a manipulação de dados imprecisos, inconsistentes e paracompletos.

No trabalho feito por Carvalho (2006), os critérios e fatores selecionados em seu estudo de caso foram bem específicos a realidade local e capaz de representar o problema quanto a aplicação do MPD, no qual trouxe em evidência diversos resultados provenientes dos estudos que vinham sendo feitos, apresentando as opiniões dos diversos especialistas.

Já no caso desta pesquisa, os critérios e fatores selecionados para composição do modelo deixaram a desejar no sentido de que poderiam ter sido levantados os fatores que poderiam estar relacionados ao estudo de caso. No entanto, utilizou-se de dados secundários aplicados em outras pesquisas para seleção de tecnologias de transporte de massa.

Então os critérios e fatores apresentados na composição do método paraconsistente na seleção de alternativas de transporte público foram justamente aqueles que já foram objetos de estudos e fazem parte das características para escolha de determinado tipo de transporte.

Porém o estudo não foi prejudicado, uma vez que foi possível seguir todas as etapas metodológicas com êxito, e assim confirmar a hipótese que deu origem ao trabalho em que a utilização da metodologia de análise para a seleção de alternativas de transporte público é viável para seleção de alternativas de transportes.

Como Domingues (2004) e Oliveira (2010), ao término da análise o algoritmo para-analisador se mostra um instrumento interessante para questões correlatas que apresentam dados imprecisos, conflitantes e paracompletos. A Lógica Paraconsistente Anotada, lógica que aceita contradições, apresenta resultados coerentes ao esperado com alto grau de confiança e flexibilidade, além de apresentar-se como uma inovadora tecnologia para um tratamento eficaz e completo do conhecimento incerto e/ou inconsistente.

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 – APRESENTAÇÃO

Este capítulo busca apresentar as principais conclusões sobre o estudo desenvolvido, as suas limitações e as sugestões de recomendação para trabalhos futuros sobre o tema. A pesquisa partiu de um problema atual e importante para discussão no meio acadêmico, uma vez que a seleção de alternativas de transporte público para as cidades vem acompanhada de muito impasse, devido as variáveis envolvidas no processo decisório. Portanto, com base na pesquisa dos principais modelos de tomada de decisão encontrou-se no trabalho de Carvalho (2006), que apresentou o método paraconsistente de decisão, de maneira a proporcionar aos gestores uma ferramenta que pudesse auxiliar no processo decisório.

7.2 - CONCLUSÕES

Este trabalho buscou a aplicação da lógica paraconsistente na tomada de decisão em projetos de transportes, quanto à seleção de alternativas de transporte público. O objetivo foi buscar uma ferramenta que auxiliasse os planejadores e tomadores de decisão em planejamento de transportes urbano uma maneira de verificar a relevância de cada indicador no processo decisório.

Dentro do objeto da dissertação procurou-se estudar os fatores que têm influência para a seleção de alternativas de transporte com o uso da LPA, no qual foram levantados as modalidades de transportes que poderiam ser implementados no Eixo Sul, do DF, e conforme a opinião dos especialistas e o uso da lógica paraconsistente para selecionar a tecnologia de transporte para aquele eixo.

O estudo do método paraconsistente de decisão mostrou a diversidade de sua aplicação bem como a facilidade de utilização. A escolha do MPD se deveu ao fato de que este método permite a análise de critérios subjetivos e opiniões diversificadas, levando em consideração todos os fatores e atributos no processo decisório. Além disso, é um método flexível e fácil de ser aplicado, que apresenta novas técnicas de análise, principalmente na presença de dados incertos e contraditórios, permitindo manipular tais dados de modo não trivial.

Todos esses estudos iniciais serviram de base para elaboração da metodologia, principalmente, quanto à indicação dos critérios que podem ser utilizados em um estudo

para seleção de alternativas de transporte. Na estruturação da metodologia procurou-se definir etapas de desenvolvimento de todo o processo de seleção de alternativas tendo como objetivo a verificação do uso da lógica paraconsistente, e principalmente a consideração dos critérios como forma de avaliar as alternativas de transporte.

Portanto, pode-se dizer que o método apresenta um alto grau de fidedignidade na seleção de tecnologias de transporte, onde a interpretação final se baseia na posição dos baricentros no quadrado unitário do plano cartesiano (QUPC) indicando, ainda, o grau de contradição e o grau de inconsistência ou de indeterminação dos dados utilizados.

Com efeito, este tipo de análise indica se há contradição entre os dados utilizados e se tal contradição é acentuada ou não, pelo posicionamento do baricentro (W) em relação à linha vertical. Indica, também, se a contradição apresentada é uma inconsistência ou uma indeterminação (falta de informações). No presente caso, as alternativas de transporte para o Eixo Sul, o baricentro tende à paracompleteza ou indeterminação. Carvalho (2006) argumenta que além de aceitar dados contraditórios o método ainda dá indicações sobre os graus de contradição desses dados, o que só é possível, no entender do autor, pelo fato de o método ser a Lógica Paraconsistente Anotada, que aceita contradições sem se tornar trivial.

No desenvolvimento do estudo de caso pode-se constatar que apesar dos fatores e atributos utilizados permitirem uma comparação das alternativas de transporte percebeu-se a necessidade de um estudo mais detalhado dos atributos que possam ser utilizados na escolha da tecnologia de transporte. O estudo de caso possibilitou verificar a facilidade de aplicação do MPD, tanto na forma como é feita a avaliação pelos especialistas com a utilização da regra de decisão e do algoritmo para-analisador, quanto nas análises realizadas para se chegar aos resultados finais.

Considera-se que a metodologia proposta é de bastante utilidade como instrumento de auxílio à tomada de decisão sobre qual sistema implantar, considerando todos os aspectos relacionados com o transporte, ou seja, econômicos, cidade, usuários, ambientais e políticos. O método também pode ser utilizado como indicador para reformulação para novas pesquisas, e avaliar também o grau de coerência das respostas dadas, atingindo assim plenamente os objetivos propostos.

Pode-se concluir, seguindo as mesmas considerações de Domingues *et al* (2004) que este método usando a Lógica Paraconsistente Anotada, oferece solução para

processos de tomada de decisão no campo da administração. O caso apresentado associa-se à solução de problemas ligados à área de planejamento de transportes. Como exposto, a lógica paraconsistente fornece novas técnicas de análise mais apropriadas, principalmente na presença de dados incertos e contraditórios, permitindo manipular tais dados de modo não trivial.

Dessa forma, o objetivo principal desta pesquisa foi atingido ao realizar a aplicação do método paraconsistente de decisão na seleção de alternativas de transporte público.

Com a pesquisa foi possível à escolha da tecnologia de transporte público de média capacidade utilizando à lógica paraconsistente, bem como identificar os fatores e atributos do processo decisório na seleção de alternativas de transporte, formular o método aplicado a transportes e criar cenário para aplicação do método paraconsistente de decisão.

A hipótese da pesquisa foi considerada válida, pois o uso da lógica paraconsistente permitiu selecionar a tecnologia de transporte público de passageiros de média capacidade mais adequado para as condições das cidades.

7.3 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados auferidos nesta pesquisa servirão de base somente para demonstração da aplicabilidade da lógica paraconsistente na área de transportes, e a análise servirá apenas para o Eixo considerado no estudo de caso, pois cada eixo possui características próprias, como as regiões que passam pelo eixo, a matriz origem-destino, o desenvolvimento econômico, entre outros fatores. Portanto, para que este trabalho seja aplicado a outro estudo é necessário que seja feita uma adaptação para que esteja condizente com a realidade local.

Outras limitações podem ser relatadas:

- o tempo destinado à realização da pesquisa, uma vez que ficou impossibilitado de fazer novas aplicações do método em outros estudos a fim de que tivesse um parâmetro sobre a utilização da ferramenta;
- os fatores e atributos utilizados na pesquisa limitaram o estudo para a realidade estudada;

- a aplicação dos questionários e entrevistas, pois as respostas que foram obtidas podem não retratar a realidade das informações;

- a parcialidade do pesquisador, em função do mesmo estar envolvido no processo de análise e responsável pela aplicação do instrumental, que podem ter influenciado os resultados e conclusões da pesquisa.

7.4 RECOMENDACOES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este estudo procurou apresentar a aplicação da LPA na seleção de alternativas de transporte público, de maneira a auxiliar no processo decisório. Novas abordagens poderão ser estudadas quanto à aplicabilidade da LPA

- Apresentar novos estudos considerando mudança dos níveis de exigência;
- Apresentar estudos que levem em consideração os riscos na seleção de alternativas de transporte público, utilizando a lógica paraconsistente.
- O estudo das soluções encontradas nas áreas “Não Conclusivas”, de maneira que possa indicar a qualidade da decisão e os fatores que deixaram de ser considerados;
- Alterar o algoritmo para um tratamento estatístico, no qual o baricentro não seja calculado apenas pela média aritmética, mas conforme a necessidade, ser calculada pela mediana, e até pela média geométrica;
- Definição de novos cenários para a projeção de resultados, possibilitando avaliar os riscos de determinada decisão.
- Definição de outros atributos para seleção de tecnologias de transporte para verificar o impacto no processo decisório;
- Realizar o levantamento de uma lista de critérios para avaliar o desempenho de sistemas já em operação ou mesmo comparar as tecnologias existentes;
- Avaliar a implantação de um novo sistema ou melhorar o que já existe;
- Ampliar esta metodologia no sentido de envolver no processo outros atores além dos especialistas;
- Estudar outras situações de corredores com características físicas e demandas de transporte diferentes;

- Realizar um estudo que seja utilizado outros critérios para tomada de decisão, como técnicos, estruturais, entre outros;
- Utilizar outros métodos de análise visando comparar seus resultados com os resultados encontrados; e
- Utilizar outras técnicas de avaliação de tecnologias tais como: Lógica *Fuzzy* e Redes Neurais.
- Estudo de novas Teorias para Tomada de Decisão em Planejamento de Transportes.
- Utilizar outras abordagens teóricas visando comparar seus resultados com os encontrados na aplicação da LPA.

REFERÊNCIAS

- AKIMBAMI, J. F. K. e FADARE, S. O. (1997) *Strategies for sustainable urban and transport development in Nigeria*. Transport Policy, vol 4, nº 4, p. 237-245.
- ABE, J.M. (1992). **Fundamentos da Lógica Anotada**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ABE, J. M (2006) **A Lógica Paraconsistente**. Revista Seleção Documental do GLPA. Nº 1. Ano 1. Ed. Paralogike. Santos, SP. Disponível em <<http://www.paralogike.com.br/A%20Logica%20Paraconsistente%20.pdf>> Acesso em: 10 Abr 2012.
- ABE, J. M (2006). **Introdução à Lógica Paraconsistente Anotada**. Revista Seleção Documental do GLPA. Nº 1. Ano 1. Ed. Paralogike. Santos, SP. Disponível em <<http://www.paralogike.com.br/Introducao%20a%20Lógica%20Paraconsistente%20.0.Anotada%20.pdf>> Acesso em: 10 Abr 2012.
- ABE, J. M. (2011) **Aspectos de Lógica e Teoria da Ciência**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.iea.usp.br/iea/textos/livroaspectosdelogica.pdf> > Acesso em: 22 Abr 2012.
- ABRAMCZUK, A. A. (2009) **A prática da tomada de decisão**. São Paulo: Atlas.
- ALOUICHE, L. P. Corredores urbanos de transporte para altas demandas. Trabalho apresentado no Seminário: Soluções Integradas de Transporte, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://www.cbtu.gov.br/eventos/serie/portoalegre/tendencias.pdf>. Acesso em: 17 set, 2009.
- ALTERKAWI, M. M. (2006) *A computer simulation analysis for optimizing bus stops spacing: The case of Riyadh, Saudi Arabia*. Habitat International, vol 30, p. 500-508.
- ANDRADE, M. L. (2009) **A construção de cenários através da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial**. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente (IPADE) . V. 12. N. 15. Disponível em<<http://sare.anhanguera.com/index.php /anuic/article/view /2448>> Acesso em: 22 Abr 2012.
- ANGELOTTI, E. S. (2001) **Utilização da Lógica Paraconsistente na Implementação de um Sistema Multiagente**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade

Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada. Disponível em <<http://revista.unibrasil.com.br/index.php/retdu/article/viewFile/52/85>>. Acesso em: 15 Mai 2012.

ARIAS, Z. P. (2001) **Transporte Coletivo Público Urbano: Seleção de alternativas**. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia – IME. Rio de Janeiro, RJ.

ARRUDA, A.Y.(1990) **N.A. Vasiliev e a Lógica Paraconsistente**. Unicamp, Coleção CLE, 7, Campinas.

AYROSA, P. P. S. (2009) **Usando a lógica paraconsistente como ferramenta auxiliar ao processo de avaliação de cursos em EAD**. Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) 15º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância. Fortaleza–CE. Disponível em < Acesso em: <http://www.abed.org.br/congresso2009/CD/trabalhos/1452009204840.pdf>> Acesso em: 18 Mai 2012.

BETHLEM, A.S. (1987) **Modelos de Processo Decisório**. Revista de Administração. São Paulo, V. 22, n. 3, p. 27-39.

BRASIL. Ministério das Cidades. (2007) **Manual de BRT (*bus rapid transit*): guia de planejamento**. Autores colaboradores: César Arias [et al]. Tradução de Arthur Szasz. New York: Institute for Transportation & Development Policy; Brasília: Ministério das Cidades.

CASSARRO, A. C. (1999) **Sistemas de Informações para Tomada de Decisões**. 3ª Ed. São Paulo: Pioneira.

CARVALHO, F. R.(2006) **Aplicação de lógica paraconsistente anotada em tomadas de decisão na engenharia de produção**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-13032007-155453/pt-br.php>> Acesso em: 15 Abr 2012.

CARVALHO, F. R., *et al.*(2003) **Um Estudo de Tomada de Decisão Baseado em Lógica Paraconsistente Anotada: Avaliação do Projeto de uma Fábrica**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção n.1, p. 47-62.

CARVALHO, F. R. e ABE J. M. (2011) **Tomada de decisão como ferramenta da lógica paraconsistente anotada: método paraconsistente de decisão (MPD)**. São Paulo: Blucher.

CARMO, J. R. *et al.* (2006) **Um estudo de tomada de decisão baseado em lógica**

paraconsistente anotada – Avaliação dos riscos de uma fábrica de software.
XIII SIMPEP. Bauru (SP). Disponível em <
http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/645.pdf> Acesso em 04
Jul 2012.

CEFTRU (2007a) **Relatório da Base de Fundamentos e Critérios para a Avaliação, Aperfeiçoamento e Desenvolvimento de Atributos.** Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes da Universidade de Brasília, Brasília.

CEFTRU (2007b) **Relatório de Elaboração do Sistema de Atributos.** Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes da Universidade de Brasília, Brasília.

CIARLINI, M. (2009) **Desenvolvimento de modelo de auxílio à tomada de decisão para planejamento de sistema de transporte rápido de massa.** Tese de Mestrado. Curso de Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica – ITA. São José dos Campos. SP.

CIARLINI, M. e CORREIA, A. R. (2011) **Aplicação de método multicritério no planejamento de sistema de transporte rápido de massa.** Revista de Literatura dos Transportes, vol. 5, n. 3, pp. 192-209.

CODEPLAN (2012) **Companhia de Planejamento do Distrito Federal.** Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br>> Acesso em: 15 Mai 2012.

DA COSTA, N. C. A., (1990). **Importância Filosófica da Lógica Paraconsistente,** Bol. Soc. Paran. Mat., 2ª série, vol. 11, nº22, pp.91-111.

DA COSTA, N.C.A. *et al.* (1991) **Remarks on Annotated Logic.** Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik, Vol.37, pp.561-570,1991

DA COSTA, N. C. A. (1994a). **Ensaio sobre os Fundamentos da Lógica.** São Paulo, Hucitec, 2. Ed.

DA COSTA, N. C. A. (1994b). **Sistemas Formais Inconsistentes.** Editora da UFPR. Curitiba. PR.

DA COSTA, N. C. A. (1997). **Logiques Classiques et Non-Classiques,** Paris, Masson.

DA COSTA, N. C. A. (1999). **O Conhecimento Científico.** 2ª Ed. Discurso Editorial, São Paulo,

DA SILVA FILHO, J.I (2006) **Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v.** Revista Seleção Documental do GLPA. Nº 1. Ano 1. Ed. Paralogike. Santos, SP. Disponível em <
[http://www.paralogike.com.br/Logica%20Paraconsistente%20Anotada%20com%](http://www.paralogike.com.br/Logica%20Paraconsistente%20Anotada%20com%20)

- 20anotacao%20de%20dois%20valores%20LPA2v.pdf> Acesso em: 20 Mai 2012.
- DA SILVA FILHO, J.I (2008) **Lógica Paraconsistente e Probabilidade Pragmática no Tratamento de Incertezas**. Revista Seleção Documental do GLPA. Nº 9. Ano 3. Ed. Paralogike. Santos, SP. Disponível em< <http://www.paralogike.com.br/Logica%20Paraconsistente%20e%20Probabilidade%20Pragmatica%20no%20Tratamento%20de%20Incertezas.pdf>> Acesso em: 10 Mai 2012.
- DA SILVA FILHO, J.I (2010) **Introdução ao conceito de estado Logico Paraconsistente $\epsilon\tau$** . Revista Seleção Documental do GLPA. Nº 17 Ano 5. Ed. Paralogike. Santos, SP. Disponível em < <http://www.paralogike.com.br/Introducao%20ao%20conceito%20de%20estado%20Logico%20Paraconsistente%20Et.pdf>> Acesso em: 22 Abr 2012.
- DENATRAN (2012) **Anuário Estatístico de Frota - Brasil – 2012**. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- DFTRANS (2012) **Transporte Urbano do Distrito Federal**. Disponível em < <http://www.dftrans.df.gov.br/>> Acesso em: 15 Abr 2012.
- DOMINGUES, M. A., *et al.* (2004). **Proposta de uso da Lógica Paraconsistente Anotada na análise do poder de competição – O estudo do fator “Dificuldades à entrada de concorrentes”**. XXIV ENEGEP. Florianópolis, SC. Disponível em < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0902_1814.pdf> Acesso em 12 Jun 2012.
- DUFOURD *et al.*,(1996) **Locating a transit line using TABU search**. Location Science, vol 4, nº172, p. 1-19.
- FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. (2004). **Transporte Público Urbano**. 2ª ed. Rima, São Carlos.
- FRANK FILHO, F. A. (1999) **Controle de recepção de veículo de transporte de valores para manutenção, aplicando o algoritmo para-analisador da lógica paraconsistente anotada de 2 valores**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, SP.
- FURTADO, N. e KAWAMOTO, E. (2002) **Avaliação de Projetos de Transporte**. 1ª Ed. São Carlos: USP. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Transportes.
- GALINDO, E. P. (2009) **Análise Comparativa do Entendimento do Transporte com**

- Objeto do Planejamento.** Dissertação de Mestrado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.
- GIL, A. C. (2002) **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. Ed Atlas. São Paulo. SP
- GLPA (2012) **Grupo de Pesquisa em Lógica Paraconsistente Aplicada.** Disponível em <<http://cursos.unisanta.br/GLPA/index.htm>> Acesso em: 19 Abr 2012.
- GOLIAS, J. C. (2002) *Analysis of traffic corridor impacts from introduction of the new Athens Metro system.* Journal of Transport Geography, vol 10, p. 91-97.
- GOMES, F. A. M. e GOMES, C. F. S. (2012) **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** 4ª Ed. Ed Atlas. São Paulo. SP.
- HOLTZMAN, J. S. **The fundamental principles of RRA.** Disponível em: <<http://www.unu.edu/Unupress/food2/UIN08E/uin08e0w.htm>> Acesso em: 26 de Mai de 2012.
- IBGE (2011). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** IBGE Cidades Censo Agropecuário. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 20 de Jun 2012.
- INIESTRA, J. G. e GUTIÉRREZ, J. G. (2009) *Multicriteria decisions on interdependent infrastructure transportation projects using an evolutionary-based framework.* Applied Soft Computing, vol 9, p. 512-526.
- ITO, O. T. *et al.* (2009) **Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada no Estudo de Questionário com Informações Redundantes.** SIMPOI 2009. São Paulo, SP. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00354_PCN57823.pdf> Acesso em 12 Jun 12.
- ITO, O. T. (2009) **Análise de Questionários apoiada por Lógica Paraconsistente.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, SP.
- KENNEDY, R. R. (2007) *Considering monorail rapid transit for north american cities.* The Monorail Society.
- KRAUSE, D. (2004) **Lógica paraconsistente.** Revista de Filosofia. Disponível em <http://criticanarede.com/log_paraconsistente.html> Acesso em: 22 Abr 2012.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M de. A. (2001) **Metodologia do trabalho científico.** 5ªed. : Ed. Atlas. São Paulo. SP.
- LEITE, J. A. A. (1978) **Metodologia de elaboração de teses.** São Paulo: McGraw-Hill

Hill do Brasil.

- LEITE, C. F. S. (1999) **A aplicação da lógica paraconsistente em processos de tomadas de decisão**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Paulista (UNIP)
- LEMES NETO, M. C. e VENSON, N. (2002) **Lógica Paraconsistente**. Disponível em http://www.inf.ufsc.br/~barreto/trabaluno/TC_Nerio_Mauricio.pdf. Acesso em: 05 Mai 2012.
- GRUPO DE SISTEMAS INTELIGENTES (2012) **Lógica Paraconsistente**. Disponível em < <http://www.din.uem.br/~ia/intelige/raciocinio2/LogicaParacons.html>> Acesso em: 19 Mai 2012.
- MANHEIM, L. (1979) **Fundamentals of Transportation Systems Analysis**. MIT Press, Cambridge, MA.
- MEIRELLES, C. L. A. & GOMES, L. F. A. M. **O apoio multicritério à decisão como instrumento de gestão do conhecimento: uma aplicação à indústria de refino de petróleo**. Pesquisa Operacional, v.29, n.2, p.451-470, Maio a Agosto de 2009.
- MOLINERO, A. R. M. e ARELLANO, L. I. S. (2005) **Transporte público: planeación, diseño, operación y administración**, 1ª reimpressão. UAEM, Toluca.
- MONORAIL SOCIETY. (2012). Disponível em <<http://www.monorails.org>>. Acesso em: 10 Abr 2012
- MORAIS, A. C., (2012) **Projetos de Infraestrutura de Transportes: Inserção efetiva na Agenda Governamental**. Tese de Doutorado (Não Publicado). Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília.
- MOREIRA, D. A. (2001). **Administração da Produção e Operações**. 1ª Ed. 5ª Reimp. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- MUROLO, A. C. (2000) **Um Modelo de Previsão da Demanda de Mercado Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada de Anotação com Dois Valores - LPA2V**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, SP.
- NTU. Associação Nacional das empresas de transportes urbanos. (2009) **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano**. Brasília, DF.
- OLIVEIRA, E. A. *et al.* (2010) **Um processo de tomada de decisão paraconsistente para aperfeiçoar cursos de administração de empresas**. XXX Encontro

Nacional de Engenharia de Produção. (ENEGEP). São Carlos, SP. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_120_782_15082.pdf> Acesso em: 19 Abr 2012.

OLIVEIRA, U. J. F., *et al.* (2009) **Monotrilho – Uma opção de Transporte Público para a região metropolitana da grande Vitória**. XLII SBPO. Bento Gonçalves. RS. Disponível em :<<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2010/pdf/72362.pdf>> Acesso em: 25 Abr 2012.

REIS, N. F. (2007) **Construção de Cenário através da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Paulista (UNIP). São Paulo, SP.

RIBEIRO, P. H. S. (2012) **Transporte Público de Passageiros: Um estudo comparativo dos sistemas de transportes**. Projeto Final 1. Engenharia Civil. Universidade de Brasília.

RICHARDSON, R. J. (2011) **Pesquisa social: métodos e técnicas**. Atlas. São Paulo. SP.

ROCHA, H. M., *et al.* (2010) **O uso da lógica paraconsistente junto ao método Delphi em pesquisa de opinião sobre fatores críticos de sucesso em desenvolvimento de produtos**. VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende. RJ. Disponível em< http://www.aedb.br/seget/artigos10/234_SEGeT_Paraconsistente_c_autores.pdf> Acesso em: 18 Mar 2012.

RODRIGUES, T. G. (2010) **Sobre os Fundamentos da Programação Lógica Paraconsistente**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Disponível em < http://www.cle.unicamp.br/prof/coniglio/dissertacao_Tarcisio.pdf> Acesso em: 19 Abr 2012.

RODRIGUES, P. R. A. (2003) **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. 3ª ed., rev. e ampl.. Aduaneiras, São Paulo.

SANCHES, C. *et al.* (2010) **Utilização da Lógica Paraconsistente em processos de tomada de decisão: Um caso prático**. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração. Ano: 2010 – Nº10. Disponível em <<http://www.uff.br/rpca/volume%2010/paraconsistente.pdf>> Acesso em: 10 Jun 12.

- SENKO, L. G. M.(2006) **Um Método Baseado em Lógica Paraconsistente para Detecção de Inconsistências em Classificadores à Base de Regras**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGIA, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Disponível em <http://www.ppgia.pucpr.br/lib/exe/fetch.php?media=dissertacoes:2006:2006_luiz_gustavo_senko.pdf> Acesso em: 10 Abr 2012.
- SILVA FILHO, J.I. e ABE, J.M. (2000) **Lógica Paraconsistente Anotada**. 1ª Ed. Santos. SP. Editora Emmy.
- SILVA, R. O. (2001) **Teorias da Administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- SILVA, C. A. e SOUZA FILHO, H. M. (2007) *Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries*. 20. ed. Rome: FAO.
- SILVA *et al.*,(2008) *Multiple views of sustainable urban mobility. The case of Brazil*. Transport Policy, vol 15, p. 350-360.
- SIMON, H. A. (1977) *The shape of automation: a psychological analysis of conflict, choice and commitment*. New York: Macmillan.
- SIMON, H. A. (1977). *The new science of management decision*. New Jersey: Prentice-Hall.
- SIMON, H. A. *et al.* (1987) *Decision Making and Problem Solving*. Interfaces, nº 17, V. 5, p. 211-31, sep-oct.
- SHIMIZU, T. (2010) **Decisão nas Organizações**. 3ª Ed. Atlas. São Paulo. SP.
- TORRES, G. L., *et al.* (2008).**Tomada de decisão multicritério usando PAHP - Processo de análise hierárquica paraconsistente**. VII Conferência Internacional de Aplicações Industriais. Poços de Caldas. MG. Disponível em <<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/Induscon%202008/pdfs/41111.pdf>> Acesso em: 20 Mai 2012.
- TURBAN, E. e ARONSON, J. E. (1998) *Decision support systems and intelligent systems*. 5ª Ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- VARELA, D. A. (2010) **Lógica paraconsistente: Lógicas da inconsistência formal e dialeteísmo** . Revista Fundamento V. 1, N. 1 – SET.-DEZ. 2010. Disponível em <<http://www.revistafundamento.ufop.br/pdf/vol1n1-9.pdf>> Acesso em: 20 Mar 2012.

VUCHIC, V. R. (2007) *Urban transit systems and technology*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e método**. Bookman. 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS

OPINIÕES DOS ESPECIALISTAS

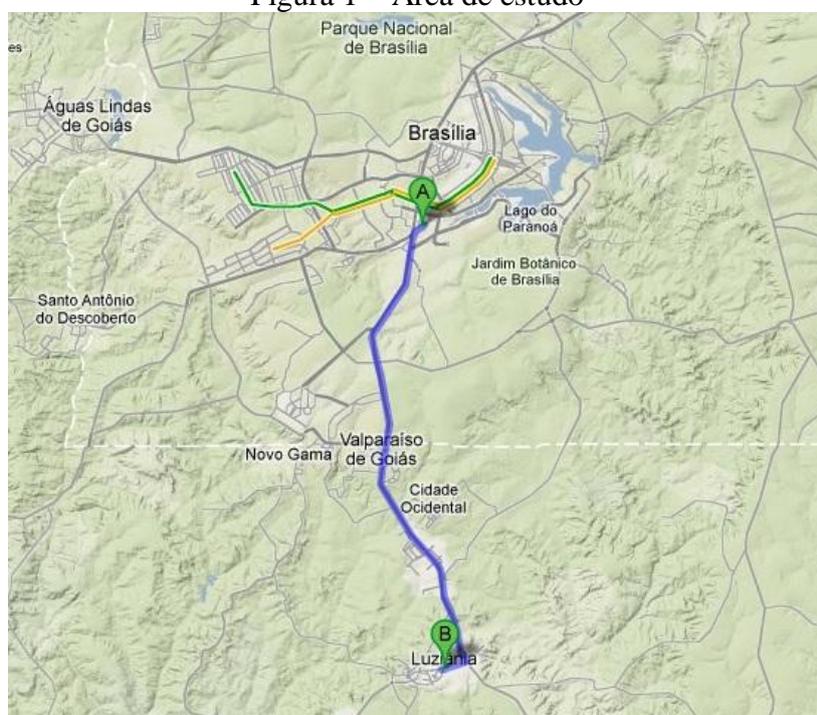
Prezado Especialista. ...

Este estudo busca apresentar uma proposta da aplicação da lógica paraconsistente anotada na seleção de tecnologias de transporte público de maneira a auxiliar na tomadas de decisão.

O local que esta sendo considerado para seleção de tecnologia de transporte é o Eixo Sul, do Distrito Federal (Luziânia – Plano Piloto), no qual o cenário selecionado é apenas para fins de pesquisa, onde as informações aqui apresentadas não configuraram como modelo de transporte a ser implementado naquela região.

Para efeito dessa análise, consideram-se os trechos do DF e os municípios de Goiás que estão situados no eixo sul. A imagem abaixo auxilia na identificação espacial do trecho em questão:

Figura 1 – Área de estudo



Fonte: Google Earth, 2012

Para que se possa desenvolver o estudo é necessário à colaboração dos especialistas de maneira a selecionar a tecnologia de transporte público para o Eixo Sul do Distrito Federal. Assim, neste caso foram escolhidos “n” fatores F_i que influem na decisão, onde

para cada fator são estabelecidos m atributos Sj que traduzem os atributos utilizados para seleção de transporte de massa.

Então, como "especialista" na área, você deverá atribuir o valor “A” da evidência favorável (Aceitação ou Grau de crença) e o valor “R” da evidência contrária (Rejeição ou Grau de Descrença) na seleção da tecnologia de transporte público para o Eixo Sul. Ou seja, para cada fator Fi nas condições determinadas pela seção Sj, você estabelecerá os dois valores das evidências, favorável (Aceitação) e contrária (Rejeição). É claro, isso é feito usando sua opinião, que estará baseada em seu *background*, ou seja, em conhecimento, experiência, vivência, intuição, sensibilidade, bom senso etc. (A idéia é essa mesmo, usar a experiência, sensibilidade etc.)

Os valores das evidências favorável (a) e contrária (b) são números reais que variam no intervalo fechado [0;10], ou seja, são números que podem variar de 0 (ou 0%) a 10 (ou 100%), incluindo estes. Esses valores não são complementares como acontece em probabilidades, isto é, não é necessário que $a + b = 10$. Por exemplo, há situações em que a evidência favorável é alta por alguma circunstância e a contrária também pode ser alta devido a outras circunstâncias.

Um exemplo de preenchimento:

F1 - Aspectos xxxxxxxx													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Seção 1	2	4	5	6	0	0	8	3	2	1	0	0
S2	Seção 2	4	5	7	8	0	0	7	8	7	2	0	0
S3	Seção 3	2	2	3	3	5	5	4	8	6	5	0	0

Legenda:

A: Aceitação ou Grau de Crença

R: Rejeição ou Grau de Descrença

Para a aplicação do questionário serão considerados os seguintes aspectos:

F1- Aspectos Econômicos;

F2- Aspectos da Cidade;

F3- Aspectos dos Usuários;

F4- Aspectos Ambientais; e

F5- Aspectos Políticos.

Espero que, em poucas palavras, tenha conseguido resumir a idéia desta aplicação da lógica paraconsistente anotada, o suficiente para poder preencher a tabela.

Nome:

Especialista:

- () Econômico () Consultor em Transportes () Professor da Área de Transportes
() Ambiental () Gestor Público

1) Entre os aspectos considerados ordene sua preferência o critério mais importante para o menos importante para seleção de tecnologias de transporte:

- () Aspectos Econômicos
() Aspectos da Cidade
() Aspectos dos Usuários
() Aspectos Ambientais
() Aspectos Políticos

2) Em sua opinião quais são as principais tecnologias tecnológicas para o transporte público urbano no Eixo Sul (Brasília –Luziânia):

- () Ônibus Convencional
() BRT
() VLT
() Trem Urbano
() Metrô Leve
() Monotrilho
() Outros _____

3) Para a seleção da tecnologia de transporte público que atenda as necessidades do Eixo Sul do Distrito Federal, apresente sua avaliação quanto aa tecnologia de transporte selecionado:

F1 - Aspectos econômicos													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Custo de projeto												
S2	Custo da obra												
S3	Custo de desapropriações												
S4	Custo de reassentamento												
S5	Custo operacional												
F2 - Aspectos da cidade													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Impactos no tráfego												
S2	Impactos em acidentes de trânsito												
S3	Poluição visual												
S4	Impacto em áreas históricas												
S5	Impactos no mercado imobiliário												
S6	Impactos no uso do solo												
S7	Impactos na ocupação do solo												

F3 - Aspectos dos usuários													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Cobertura dos Serviços												
S2	Tempos de viagem												
S3	Número de transferências												
S4	Conectividade com outros modais												
F4 - Aspectos Ambientais													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Interferências em áreas de vegetação urbana e parques												
S2	Interferências em áreas de proteção ambiental												
S3	Interferências em áreas de pastagens ou de agricultura												
S4	Interferências nos recursos hídricos												
S5	Qualidade do ar												
S6	Ruídos												
F5 - Aspectos Políticos													
ATRIBUTOS		Metrô Leve		VLT		Ônibus Convencional		BRT		Monotrilho		Trem Urbano	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
S1	Posição política												
S2	O relacionamento dos agentes envolvidos												
S3	Ações e recursos que possibilitam o convencimento												
S4	Interesses na tecnologia de transporte												

Agradeço a colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Att

Sandro Gomes Rodrigues

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília.

APÊNDICE B – BASE DE DADOS DO GRUPO A

		GRUPO A																							
FATOR	SEÇÃO	Especialista 1 (Ambiental)												Especialista 2 (Ambiental)											
		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
F1	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,90	0,60	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,50	0,90	0,30
	S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,80	0,20	0,60	0,80	0,70	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,40	0,70	0,40
	S3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,30	0,00	0,00	0,80	0,20	0,50	0,30	0,60	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,50	0,70	0,30
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,30	0,00	0,00	0,70	0,30	0,40	0,30	0,50	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,60	0,90	0,30
	S5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,20	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	0,50	0,50	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,30	0,90	0,10
MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,24	0,00	0,00	0,86	0,14	0,46	0,56	0,58	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,46	0,82	0,28	
F2	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,80	0,00	0,00	0,20	0,90	0,40	0,80	0,50	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,60	0,30	1,00
	S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,90	0,00	0,00	0,10	1,00	0,50	0,90	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,50	0,20	0,90
	S3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,60	0,00	0,00	0,20	0,90	0,40	0,60	0,50	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,70	0,10	0,90
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,20	0,90	0,20	0,80	0,40	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,70	0,30	0,80
	S5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,40	0,00	0,00	0,60	0,30	1,00	0,60	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,30	0,70	0,40
	S6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,80	0,20	0,60	0,40	0,70	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,70	0,50
	S7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,40	0,00	0,00	0,70	0,30	0,60	0,60	0,80	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,20	0,80	0,50
MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,61	0,00	0,00	0,40	0,64	0,53	0,67	0,61	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,46	0,44	0,71	
F3	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,10	0,00	0,00	0,70	0,20	1,00	0,30	0,80	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,30	0,60	0,30
	S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,20	0,00	0,00	0,70	0,20	0,70	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,40	0,80	0,30
	S3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,80	0,10	0,80	0,20	0,70	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,50	0,70	0,20
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,10	0,60	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,50	0,90	0,10
	MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,13	0,00	0,00	0,80	0,13	0,83	0,15	0,73	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,43	0,75	0,23
F4	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,60	0,50	0,70	0,60	0,60	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,30	0,50	0,70
	S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,90	0,00	0,00	0,80	0,20	0,70	0,80	0,60	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,50	0,90	0,30
	S3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,20	0,80	0,10	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,70	0,10	0,90
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,60	0,00	0,00	0,30	0,60	0,50	0,80	0,50	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,60	0,40	0,70
	S5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,00	0,00	0,50	0,40	1,00	0,60	0,90	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,60	0,50	0,50
	S6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,30	0,00	0,00	0,80	0,20	0,80	0,50	0,70	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,40	0,70	0,30
MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,53	0,00	0,00	0,50	0,48	0,65	0,68	0,57	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,52	0,52	0,57	
F5	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,20	0,00	0,00	1,00	0,30	0,90	0,30	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,30	1,00	0,40
	S2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,20	0,00	0,00	0,80	0,30	0,90	0,20	0,80	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,20	0,90	0,40
	S3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,30	0,00	0,00	0,90	0,30	1,00	0,20	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,20	1,00	0,30
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,90	0,30	0,90	0,10	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,10	0,80	0,40
MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,25	0,00	0,00	0,90	0,30	0,93	0,20	0,95	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,20	0,93	0,38	

APÊNDICE C – BASE DE DADOS DO GRUPO B

		GRUPO B																							
FATOR	SEÇÃO	Especialista 3 (Consultor)												Especialista 4 (Consultor)											
		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
F1	S1	0,50	0,20	0,60	0,30	0,80	0,10	0,50	0,30	0,60	0,40	0,70	0,20	0,70	0,50	0,70	0,50	1,00	0,40	1,00	0,20	0,00	1,00	0,70	0,50
	S2	0,40	0,50	0,30	0,60	0,60	0,30	0,40	0,50	0,70	0,30	0,70	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,50
	S3	0,50	0,20	0,40	0,30	0,80	0,20	0,60	0,40	0,60	0,40	0,60	0,40	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,10	0,90	0,10
	S4	0,60	0,30	0,50	0,50	0,90	0,10	0,50	0,50	0,70	0,30	0,70	0,30	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,10	0,90	0,10
	S5	0,50	0,50	0,60	0,40	0,80	0,20	0,70	0,30	0,60	0,40	0,50	0,50	0,80	0,10	0,80	0,10	1,00	0,00	1,00	0,00	0,30	0,10	0,80	0,10
Média	0,50	0,34	0,48	0,42	0,78	0,18	0,54	0,40	0,64	0,36	0,64	0,34	0,76	0,26	0,76	0,26	1,00	0,08	1,00	0,04	0,38	0,46	0,76	0,26	
F2	S1	0,60	0,30	0,60	0,40	0,90	0,10	0,80	0,20	0,60	0,30	0,70	0,30	0,00	0,00	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,00	0,00
	S2	0,70	0,30	0,80	0,20	0,50	0,50	0,60	0,40	0,70	0,20	0,60	0,40	0,00	0,00	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,00	0,00
	S3	0,40	0,70	0,60	0,40	0,90	0,10	0,70	0,30	0,50	0,60	0,50	0,30	0,20	0,80	0,90	0,10	0,90	0,10	0,20	0,80	0,10	1,00	0,20	0,80
	S4	0,70	0,30	0,80	0,20	0,90	0,10	0,70	0,20	0,60	0,40	0,50	0,40	0,20	1,00	0,20	1,00	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,20	1,00
	S5	0,70	0,20	0,60	0,40	0,70	0,30	0,70	0,30	0,60	0,30	0,50	0,20	0,20	1,00	0,20	1,00	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,20	1,00
	S6	0,80	0,20	0,60	0,40	0,70	0,20	0,50	0,50	0,70	0,30	0,50	0,50	0,00	0,00	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,00	0,00
	S7	0,50	0,40	0,60	0,40	0,90	0,10	0,50	0,40	0,70	0,50	0,40	0,60	0,20	1,00	0,20	1,00	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,20	1,00
Média	0,63	0,34	0,66	0,34	0,79	0,20	0,64	0,33	0,63	0,37	0,53	0,39	0,11	0,54	0,39	0,66	0,34	0,61	0,24	0,71	0,06	0,57	0,11	0,54	
F3	S1	0,70	0,30	0,60	0,20	0,90	0,10	0,70	0,30	0,50	0,40	0,60	0,40	0,80	0,20	0,80	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,80	0,20	0,80	0,20
	S2	0,60	0,40	0,60	0,40	0,70	0,30	0,80	0,20	0,70	0,30	0,70	0,30	0,80	0,20	0,80	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,80	0,20	0,80	0,20
	S3	0,50	0,30	0,60	0,40	0,90	0,10	0,70	0,30	0,60	0,30	0,60	0,40	0,20	0,80	0,20	0,80	0,40	0,40	0,30	0,30	0,10	1,00	0,20	0,80
	S4	0,60	0,40	0,70	0,20	0,90	0,10	0,70	0,20	0,60	0,40	0,60	0,40	0,20	0,80	0,20	0,80	0,40	0,40	0,30	0,30	0,10	1,00	0,20	0,80
Média	0,60	0,35	0,63	0,30	0,85	0,15	0,73	0,25	0,60	0,35	0,63	0,38	0,50	0,50	0,50	0,50	0,35	0,25	0,25	0,30	0,45	0,60	0,50	0,50	
F4	S1	0,60	0,30	0,60	0,40	0,90	0,10	0,70	0,20	0,50	0,20	0,40	0,60	0,40	0,10	0,40	0,10	0,40	0,10	0,40	0,10	0,20	0,80	0,40	0,10
	S2	0,40	0,60	0,50	0,30	0,90	0,10	0,80	0,10	0,40	0,40	0,70	0,30	0,40	0,10	0,40	0,10	0,40	0,10	0,40	0,10	0,20	0,80	0,40	0,10
	S3	0,60	0,30	0,50	0,40	0,80	0,20	0,50	0,30	0,50	0,60	0,60	0,40	0,50	0,10	0,50	0,10	0,50	0,10	0,50	0,10	0,20	0,80	0,50	0,10
	S4	0,60	0,20	0,60	0,30	0,80	0,20	0,70	0,30	0,60	0,30	0,70	0,30	0,50	0,10	0,50	0,10	0,50	0,10	0,50	0,10	0,20	0,80	0,50	0,10
	S5	0,80	0,20	0,80	0,20	0,30	0,70	0,60	0,30	0,60	0,40	0,70	0,30	0,70	0,20	0,70	0,20	0,70	0,20	0,70	0,20	0,30	0,50	0,70	0,20
	S6	0,60	0,40	0,60	0,30	0,50	0,50	0,60	0,20	0,70	0,30	0,50	0,50	0,10	0,30	0,10	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30	0,10	0,30
Média	0,60	0,33	0,60	0,32	0,70	0,30	0,65	0,23	0,55	0,37	0,60	0,40	0,43	0,15	0,43	0,15	0,43	0,12	0,43	0,12	0,22	0,67	0,43	0,15	
F5	S1	0,60	0,30	0,70	0,30	0,60	0,40	0,60	0,30	0,70	0,30	0,60	0,40	0,30	0,10	0,30	0,10	0,70	0,00	0,80	0,20	0,00	1,00	0,30	0,10
	S2	0,60	0,30	0,60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,40	0,60	0,40	0,50	0,50	0,30	0,10	0,30	0,10	0,70	0,20	0,30	0,10	0,00	1,00	0,30	0,10
	S3	0,70	0,30	0,70	0,20	0,60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,30	0,70	0,30	0,60	0,20	0,60	0,60	0,80	0,20	0,70	0,20	0,00	1,00	0,60	0,20
	S4	0,80	0,20	0,70	0,20	0,80	0,20	0,70	0,20	0,60	0,40	0,70	0,20	0,30	0,10	0,30	0,10	0,80	0,20	0,30	0,10	0,00	1,00	0,30	0,10
Média	0,68	0,28	0,68	0,28	0,63	0,38	0,60	0,35	0,63	0,35	0,63	0,35	0,38	0,13	0,38	0,23	0,75	0,15	0,53	0,15	0,00	1,00	0,38	0,13	

APÊNDICE D – BASE DE DADOS DO GRUPO C

		GRUPO C																							
FATOR	SEÇÃO	Especialista 5 (Docente)												Especialista 6 (Docente)											
		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
F1	S1	0,40	0,60	0,80	0,10	0,80	0,20	1,00	0,10	0,20	0,90	1,00	0,00	0,30	0,60	1,00	0,10	0,40	0,20	0,70	0,10	0,50	0,20	0,60	0,30
	S2	0,40	0,50	0,80	0,30	0,80	0,00	1,00	0,10	0,20	0,90	1,00	0,00	0,30	0,90	1,00	0,10	0,40	0,80	0,90	0,20	0,50	0,20	0,70	0,30
	S3	0,80	0,00	0,30	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,50	0,90	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,60	0,30	0,10	0,00	0,60	0,10	0,00	0,00
	S4	0,70	0,20	0,10	0,00	0,80	0,10	0,00	0,00	0,20	0,80	0,00	0,00	0,40	0,60	0,00	0,00	0,60	0,40	0,00	0,00	0,70	0,30	0,00	0,00
	S5	0,60	0,30	0,60	0,50	0,70	0,20	0,60	0,70	0,20	0,80	0,90	0,20	0,40	0,60	0,90	0,10	0,60	0,30	0,60	0,70	0,70	0,30	0,90	0,30
Média	0,58	0,32	0,80	0,10	0,26	0,86	0,38	0,64	0,52	0,40	0,60	0,22	0,52	0,18	0,52	0,18	0,58	0,04	0,58	0,06	0,46	0,20	0,44	0,18	
F2	S1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,10	0,90	0,30	0,20	0,90	0,30	1,00	0,30	0,80	0,30	0,70	0,70	0,30	1,00	0,10	1,00	0,00	0,40	0,00
	S2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,10	0,90	0,00	0,30	0,80	0,30	0,40	0,80	0,70	0,20	0,40	0,20	0,10	0,90	0,00	0,00	0,20	0,80	0,00	0,00
	S3	0,90	0,50	0,40	0,30	0,50	0,20	0,30	0,40	0,70	0,50	0,20	0,10	0,60	0,40	0,20	0,30	0,50	0,30	0,80	0,80	0,90	0,40	0,50	0,50
	S4	0,90	0,40	0,00	0,00	0,50	0,30	0,90	0,60	0,70	0,50	0,30	1,00	0,50	0,50	0,20	1,00	0,50	0,30	0,20	1,00	0,70	0,30	0,00	0,80
	S5	0,70	0,50	1,00	0,00	0,80	0,30	1,00	0,20	0,50	0,50	0,50	0,70	0,60	0,50	0,50	0,70	0,70	0,50	0,80	0,10	0,60	0,40	0,70	0,70
	S6	0,70	0,50	1,00	0,10	0,60	0,50	1,00	0,00	0,60	0,70	0,50	0,60	0,60	0,40	0,30	0,70	0,30	0,70	0,90	0,30	0,60	0,60	0,80	0,50
	S7	0,80	0,20	1,00	0,10	0,90	0,20	1,00	0,00	0,40	0,50	0,60	0,60	0,50	0,40	0,40	0,80	0,50	0,50	0,80	0,40	0,60	0,70	0,60	0,30
Média	0,71	0,44	0,63	0,36	0,56	0,56	0,54	0,46	0,47	0,50	0,66	0,46	0,63	0,07	0,73	0,26	0,40	0,69	0,33	0,63	0,64	0,39	0,43	0,40	
F3	S1	0,50	0,60	0,90	0,70	0,60	0,50	0,90	0,70	0,70	0,70	1,00	0,40	0,50	0,60	0,90	0,40	0,50	0,50	0,90	0,70	0,40	0,70	0,50	0,50
	S2	0,90	0,20	1,00	0,10	0,80	0,20	0,90	0,60	0,40	0,70	0,60	0,70	0,60	0,50	0,60	0,50	0,70	0,30	1,00	0,30	0,50	0,50	0,80	0,10
	S3	0,70	0,40	0,90	0,30	0,60	0,40	0,70	0,50	0,90	0,30	0,20	0,90	0,70	0,60	0,30	0,40	0,50	0,50	0,20	0,20	0,50	0,50	0,40	0,50
	S4	0,70	0,40	1,00	0,00	0,80	0,30	1,00	0,10	0,80	0,20	1,00	0,00	0,60	0,40	1,00	0,00	0,60	0,40	0,90	0,10	0,60	0,40	0,90	0,10
Média	0,70	0,40	0,70	0,35	0,70	0,48	0,60	0,53	0,58	0,43	0,50	0,53	0,95	0,28	0,88	0,48	0,70	0,50	0,70	0,33	0,75	0,33	0,70	0,30	
F4	S1	0,30	0,60	0,60	0,60	0,20	0,70	0,60	0,20	0,70	0,40	0,50	0,70	0,80	0,70	0,40	0,30	0,50	0,50	0,30	0,70	0,50	0,50	0,30	0,70
	S2	0,50	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,40	0,70	0,80	0,50	0,60	0,50	0,70	0,50	0,50	0,30	0,60	0,50	0,40	0,50	0,80	0,50	0,20	0,50
	S3	0,10	0,70	1,00	0,00	0,20	0,60	0,80	0,30	0,70	0,40	0,70	0,40	0,40	0,40	0,70	0,20	0,20	0,70	0,60	0,40	0,40	0,60	0,60	0,90
	S4	0,10	0,60	0,70	0,60	0,10	0,70	0,60	0,40	0,50	0,50	0,50	0,70	0,40	0,50	0,40	0,60	0,20	0,60	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,50
	S5	0,00	0,90	1,00	0,10	0,00	0,90	1,00	0,10	0,90	0,50	0,20	0,80	0,80	0,50	0,30	0,70	0,00	0,90	1,00	1,00	0,00	0,80	1,00	0,70
	S6	0,30	0,60	0,70	0,30	0,40	0,60	0,90	0,30	0,70	0,50	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60	0,40	0,30	0,60	0,70	0,30	0,30	0,60	0,60	0,50
Média	0,22	0,65	0,22	0,68	0,72	0,47	0,62	0,52	0,30	0,63	0,42	0,58	0,73	0,35	0,72	0,33	0,50	0,62	0,48	0,42	0,57	0,55	0,52	0,63	
F5	S1	0,30	0,70	0,90	0,40	0,20	0,60	1,00	0,10	0,50	0,60	0,30	0,80	0,30	0,50	0,50	0,80	0,30	0,60	0,10	0,70	0,40	0,50	0,50	0,50
	S2	0,50	0,50	0,70	0,60	0,30	0,50	0,40	0,80	0,70	0,40	0,60	0,60	0,40	0,50	0,80	0,40	0,30	0,40	0,20	0,80	0,50	0,50	0,70	0,40
	S3	0,30	0,70	0,20	0,90	0,20	0,70	0,30	0,70	0,70	0,30	0,60	0,50	0,50	0,50	0,90	0,10	0,20	0,60	0,10	0,70	0,50	0,50	0,80	0,30
	S4	0,40	0,60	0,40	0,30	0,50	0,40	0,20	0,00	0,70	0,30	0,60	0,50	0,60	0,40	0,80	0,30	0,20	0,40	0,40	0,20	0,40	0,50	0,80	0,10
Média	0,38	0,63	0,30	0,55	0,65	0,40	0,45	0,48	0,25	0,50	0,45	0,50	0,55	0,55	0,48	0,40	0,53	0,60	0,75	0,40	0,20	0,60	0,70	0,33	

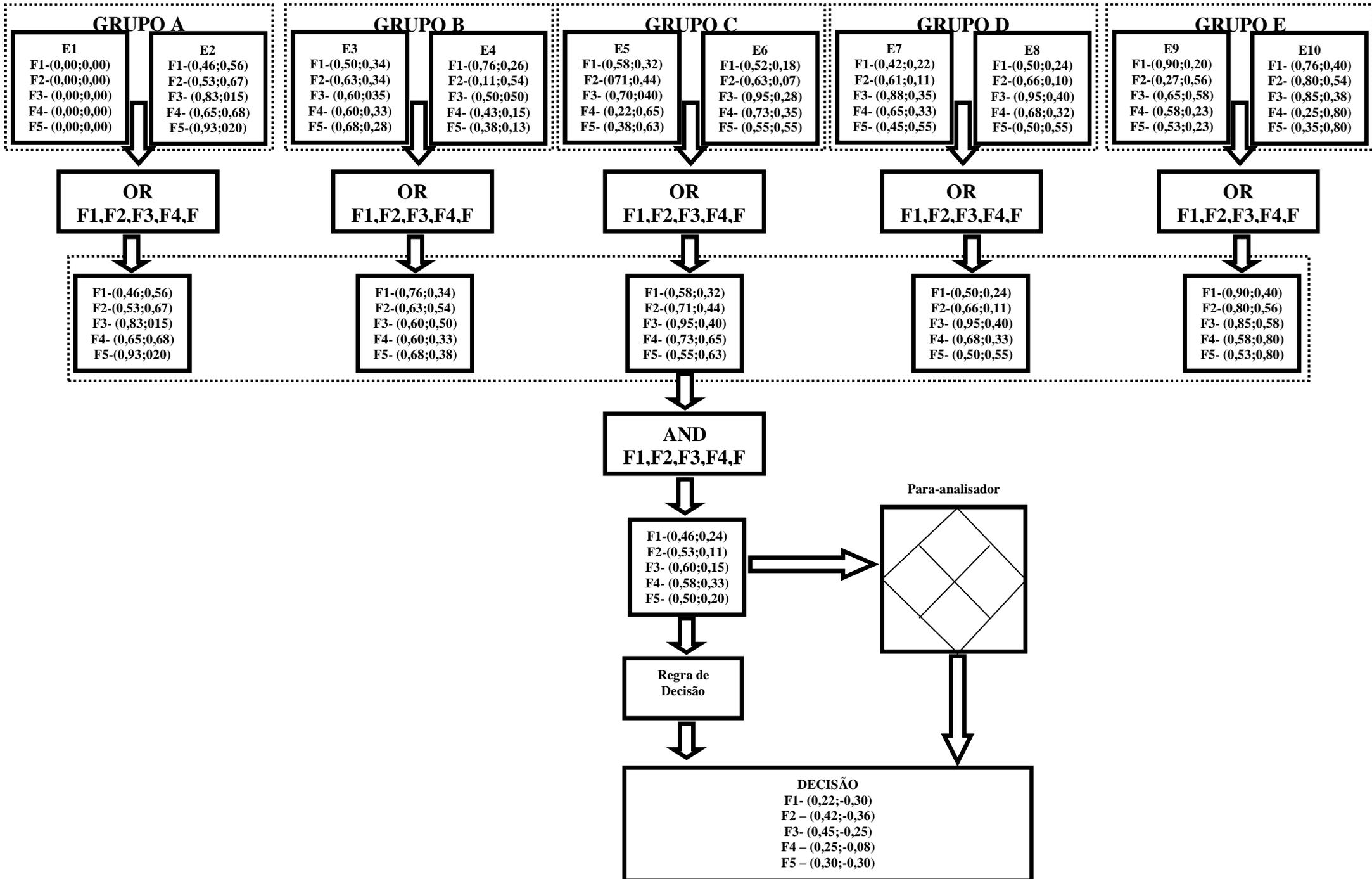
APÊNDICE E – BASE DE DADOS DO GRUPO D

		GRUPO D																							
FATOR	SEÇÃO	Especialista 7 (Financeiro)												Especialista 8 (Financeiro)											
		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
F1	S1	0,70	0,20	0,90	0,20	1,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,20	0,50	0,20	0,60	0,10	1,00	0,10	1,00	0,10	1,00	0,20	0,70	0,10	0,60	0,10
	S2	0,70	0,30	0,90	0,20	1,00	0,00	1,00	0,00	0,70	0,20	0,50	0,20	0,80	0,40	0,90	0,30	1,00	0,20	1,00	0,00	0,90	0,10	0,70	0,20
	S3	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,10	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	S4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	S5	0,50	0,60	0,50	0,60	0,80	0,10	0,80	0,10	0,50	0,60	0,70	0,40	0,70	0,60	0,70	0,40	0,80	0,20	0,90	0,20	0,60	0,40	0,80	0,30
Média	0,42	0,22	0,46	0,20	0,56	0,02	0,56	0,02	0,34	0,20	0,34	0,16	0,50	0,24	0,58	0,16	0,56	0,12	0,58	0,08	0,44	0,12	0,42	0,12	
F2	S1	1,00	0,00	0,80	0,40	0,20	0,90	0,20	0,60	1,00	0,00	0,30	0,00	1,00	0,20	0,90	0,30	0,30	1,00	0,10	0,70	1,00	0,00	0,40	0,10
	S2	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,70	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,50	0,80	0,40	0,20	1,00	0,20	0,20	
	S3	0,30	0,30	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,70	0,30	0,50	0,50	0,40	0,30	0,20	0,00	0,20	0,20	0,10	0,70	0,80	0,50	0,70
	S4	0,00	0,00	0,80	0,40	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90	0,50	0,00	0,80	0,10	1,00	0,20	1,00	0,10	1,00
	S5	1,00	0,10	1,00	0,10	0,30	0,60	0,30	0,60	0,70	0,20	0,50	0,60	1,00	0,00	1,00	0,20	0,40	0,70	0,40	0,70	0,90	0,10	0,70	0,50
	S6	1,00	0,20	1,00	0,20	0,30	0,50	0,20	0,60	0,70	0,40	0,50	0,60	1,00	0,10	1,00	0,10	0,40	0,40	0,10	0,50	0,80	0,50	0,80	0,70
	S7	1,00	0,20	1,00	0,20	0,40	0,50	0,30	0,60	0,80	0,40	0,50	0,50	1,00	0,00	0,90	0,00	0,30	0,40	0,30	0,60	0,70	0,30	0,60	0,80
Média	0,61	0,11	0,69	0,24	0,24	0,60	0,21	0,53	0,56	0,37	0,30	0,44	0,66	0,10	0,71	0,20	0,27	0,61	0,23	0,54	0,63	0,41	0,47	0,54	
F3	S1	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	0,40	0,70	0,50	0,80	0,60	0,60	0,60	1,00	0,90	1,00	0,90	1,00	0,60	0,80	0,70	0,90	0,70	0,80	0,70
	S2	1,00	0,20	1,00	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,80	0,40	0,60	0,20	0,90	0,10	0,90	0,70	0,40	0,70	0,70	0,80	1,00	0,50	0,70	
	S3	0,80	0,40	0,60	0,60	0,10	0,80	0,30	0,40	0,30	0,40	0,30	0,40	0,90	0,50	0,70	0,80	0,00	0,90	0,40	0,50	0,20	0,30	0,50	
	S4	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,10	0,90	0,00	0,90	0,10	0,90	0,10	0,90	0,00	1,00	0,00
Média	0,88	0,35	0,85	0,48	0,65	0,45	0,65	0,38	0,73	0,35	0,63	0,30	0,95	0,40	0,88	0,60	0,58	0,58	0,70	0,53	0,75	0,38	0,75	0,33	
F4	S1	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,50	0,30	0,50	0,20	0,60	0,20	0,60	0,70	0,40	0,70	0,40	0,40	0,70	0,40	0,70	0,30	0,70	0,10	0,70
	S2	0,30	0,60	0,30	0,60	0,30	0,50	0,30	0,50	0,50	0,30	0,30	0,40	0,20	0,70	0,40	0,80	0,20	0,80	0,50	0,80	0,60	0,40	0,30	
	S3	1,00	0,10	0,70	0,20	0,60	0,30	0,60	0,30	0,70	0,30	0,50	0,70	1,00	0,00	0,90	0,10	0,70	0,20	0,70	0,20	0,80	0,20	0,60	
	S4	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,60	0,40	0,50	0,50	0,30	0,30	0,60	0,70	0,40	0,60	0,40	0,30	0,70	0,30	0,60	0,60	0,20	0,20	
	S5	1,00	0,10	1,00	0,00	0,10	0,70	0,20	0,60	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,10	1,00	0,00	0,20	0,90	0,10	0,70	1,00	1,00	1,00	0,70
	S6	0,60	0,20	0,80	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,60	0,50	0,30	0,90	0,30	0,70	0,40	0,70	0,40	0,70	0,40	0,60	0,50
Média	0,65	0,33	0,63	0,33	0,37	0,52	0,38	0,48	0,58	0,50	0,47	0,62	0,68	0,32	0,75	0,33	0,42	0,62	0,45	0,57	0,67	0,48	0,47	0,65	
F5	S1	0,80	0,50	0,90	0,20	0,20	0,70	0,40	0,60	0,20	0,60	0,40	0,60	1,00	0,60	1,00	0,30	0,30	0,90	0,50	0,80	0,30	0,70	0,50	
	S2	0,60	0,70	0,30	0,70	0,50	0,50	0,70	0,50	0,20	0,70	0,60	0,60	0,70	0,60	0,40	0,90	0,70	0,60	0,90	0,40	0,20	0,80	0,70	
	S3	0,10	0,80	0,20	0,60	0,50	0,40	0,70	0,20	0,10	0,60	0,60	0,30	0,20	0,90	0,10	0,70	0,80	0,50	0,90	0,20	0,00	0,70	0,80	
	S4	0,30	0,20	0,20	0,10	0,50	0,50	0,70	0,50	0,10	0,10	0,60	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,80	0,60	0,80	0,30	0,10	0,20	0,90	
Média	0,45	0,55	0,40	0,40	0,43	0,53	0,63	0,45	0,15	0,50	0,55	0,40	0,50	0,55	0,43	0,53	0,65	0,65	0,78	0,43	0,15	0,60	0,73		

APÊNDICE F – BASE DE DADOS DO GRUPO E

		GRUPO E																							
FATOR	SEÇÃO	Especialista 9 (Gestor Público)												Especialista 10 (Gestor Público)											
		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM		METRO		VLT		ONIBUS		BRT		MONOTRILHO		TREM	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
F1	S1	0,90	0,40	0,90	0,60	0,90	0,30	0,90	0,20	0,20	0,90	0,80	0,70	0,60	0,80	1,00	0,10	0,10	1,00	0,20	0,70	0,60	0,10	0,70	0,10
	S2	0,70	0,30	0,70	0,50	1,00	0,10	1,00	0,00	0,10	1,00	0,70	0,60	0,60	0,70	0,90	0,30	0,20	0,90	0,40	1,00	0,50	0,90	0,80	0,20
	S3	1,00	0,00	1,00	0,00	0,80	0,20	1,00	0,10	0,90	0,20	1,00	0,20	0,90	0,00	0,90	0,20	0,60	0,80	0,60	0,60	0,70	0,40	0,70	0,10
	S4	1,00	0,10	0,90	0,10	0,90	0,30	0,90	0,30	1,00	0,10	0,90	0,10	0,90	0,10	1,00	0,00	0,30	0,90	0,50	0,50	0,80	0,30	0,90	0,20
	S5	0,90	0,20	0,90	0,00	1,00	0,00	1,00	0,10	0,30	0,40	0,90	0,00	0,80	0,40	0,80	0,10	0,40	0,80	0,30	0,50	0,70	0,20	0,90	0,30
Média	0,90	0,20	0,88	0,24	0,92	0,18	0,96	0,14	0,50	0,52	0,86	0,32	0,76	0,40	0,92	0,14	0,32	0,88	0,40	0,66	0,66	0,38	0,80	0,18	
F2	S1	0,20	0,10	0,60	0,40	0,60	0,30	0,50	0,40	0,10	0,20	0,10	0,00	1,00	0,10	1,00	0,00	0,30	1,00	0,20	0,90	0,10	1,00	0,10	
	S2	0,10	0,00	0,50	0,30	0,50	0,20	0,30	0,60	0,20	0,30	0,10	0,10	1,00	0,20	1,00	0,90	0,40	0,90	0,10	0,20	1,00	0,10	0,90	
	S3	0,40	0,90	1,00	0,00	1,00	0,20	0,30	0,90	0,20	0,90	0,40	0,90	1,00	0,60	0,60	0,30	0,90	0,60	0,70	0,30	0,70	0,10	1,00	0,30
	S4	0,50	0,90	0,30	0,90	0,20	1,00	0,20	1,00	0,30	1,00	0,60	0,90	0,90	0,50	0,40	0,20	0,80	0,40	0,60	0,40	0,70	0,40	0,80	0,20
	S5	0,40	1,00	0,40	1,00	0,30	0,90	0,00	0,90	0,40	0,90	0,30	1,00	0,80	0,70	0,90	0,20	0,60	0,30	0,70	0,20	0,80	0,30	0,70	0,50
	S6	0,00	0,10	0,60	0,60	0,50	0,60	0,50	0,60	0,20	0,10	0,10	0,10	0,90	0,70	0,70	0,60	0,70	0,90	0,80	0,30	0,40	0,80	0,70	0,40
	S7	0,30	0,90	0,10	0,90	0,20	1,00	0,20	1,00	0,20	0,90	0,30	0,90	0,90	0,20	1,00	0,10	0,50	0,60	0,60	0,30	0,60	0,30	0,80	0,60
Média	0,27	0,56	0,50	0,59	0,47	0,60	0,29	0,77	0,23	0,61	0,26	0,56	0,80	0,54	0,69	0,34	0,67	0,60	0,64	0,36	0,61	0,43	0,73	0,43	
F3	S1	1,00	0,10	0,90	0,30	0,40	0,20	0,30	0,40	0,90	0,30	1,00	0,30	0,60	0,80	0,70	0,90	0,80	0,60	0,50	0,60	0,30	0,50	0,60	
	S2	0,90	0,30	1,00	0,10	0,20	0,10	0,40	0,50	1,00	0,20	0,80	0,10	1,00	0,10	0,90	0,10	0,50	0,80	0,70	0,40	0,80	0,40	0,60	0,40
	S3	0,30	0,90	0,30	0,90	0,50	0,50	0,50	0,20	0,20	0,90	0,50	0,90	0,90	0,30	0,80	0,50	1,00	0,20	0,80	0,50	0,60	0,40	0,60	0,30
	S4	0,40	1,00	0,30	0,80	0,50	0,60	0,50	0,20	0,30	0,90	0,30	1,00	0,90	0,30	0,90	0,20	0,90	0,10	0,70	0,30	0,70	0,30	0,70	0,30
Média	0,65	0,58	0,63	0,53	0,40	0,35	0,43	0,33	0,60	0,58	0,65	0,58	0,85	0,38	0,83	0,43	0,80	0,43	0,70	0,43	0,68	0,35	0,60	0,40	
F4	S1	0,50	0,20	0,50	0,20	0,50	0,20	0,60	0,20	0,30	0,90	0,60	0,20	0,40	0,70	0,30	0,90	0,80	0,30	0,90	0,50	0,60	0,40	0,80	0,40
	S2	0,70	0,10	0,70	0,30	0,60	0,10	0,50	0,30	0,40	1,00	0,30	0,20	0,60	0,70	0,50	0,70	0,90	0,20	0,80	0,70	0,70	0,50	0,90	0,30
	S3	0,50	0,20	0,60	0,20	0,60	0,00	0,70	0,00	0,40	0,90	0,60	0,30	0,20	0,90	0,20	0,50	0,80	0,30	0,50	0,20	0,30	0,50	0,50	0,70
	S4	0,70	0,20	0,70	0,20	0,40	0,10	0,60	0,20	0,50	0,90	0,60	0,10	0,00	0,70	0,20	0,90	0,60	0,40	0,50	0,40	0,10	0,80	0,40	0,30
	S5	0,90	0,30	0,90	0,10	0,80	0,30	0,80	0,10	0,40	0,40	0,80	0,30	0,10	1,00	0,00	1,00	1,00	0,30	0,90	0,30	0,10	1,00	0,10	0,90
	S6	0,20	0,40	0,20	0,10	0,00	0,40	0,20	0,10	0,30	0,20	0,20	0,40	0,20	0,80	0,50	0,50	0,80	0,40	0,70	0,20	0,20	0,70	0,20	0,70
Média	0,58	0,23	0,60	0,18	0,48	0,18	0,57	0,15	0,38	0,72	0,52	0,25	0,25	0,80	0,28	0,75	0,82	0,32	0,72	0,38	0,33	0,65	0,48	0,55	
F5	S1	0,40	0,20	0,50	0,20	0,80	0,10	0,90	0,20	0,40	0,90	0,40	0,20	0,20	0,80	0,40	0,70	0,60	0,50	0,20	0,60	0,20	0,70	0,50	0,60
	S2	0,50	0,30	0,60	0,30	0,90	0,10	0,80	0,10	0,50	0,80	0,50	0,10	0,70	0,80	0,60	0,30	0,80	0,30	0,50	0,40	0,10	0,50	0,60	0,70
	S3	0,70	0,40	0,80	0,70	0,70	0,30	0,80	0,30	0,70	0,70	0,70	0,30	0,20	0,90	0,30	0,60	0,80	0,20	0,60	0,40	0,10	0,70	0,70	0,80
	S4	0,50	0,00	0,40	0,10	0,90	0,10	0,80	0,10	0,50	0,90	0,50	0,20	0,30	0,70	0,60	0,30	0,90	0,10	0,60	0,40	0,10	0,50	0,50	0,40
Média	0,53	0,23	0,58	0,33	0,83	0,15	0,83	0,18	0,53	0,83	0,53	0,20	0,35	0,80	0,48	0,48	0,78	0,28	0,48	0,45	0,13	0,60	0,58	0,63	

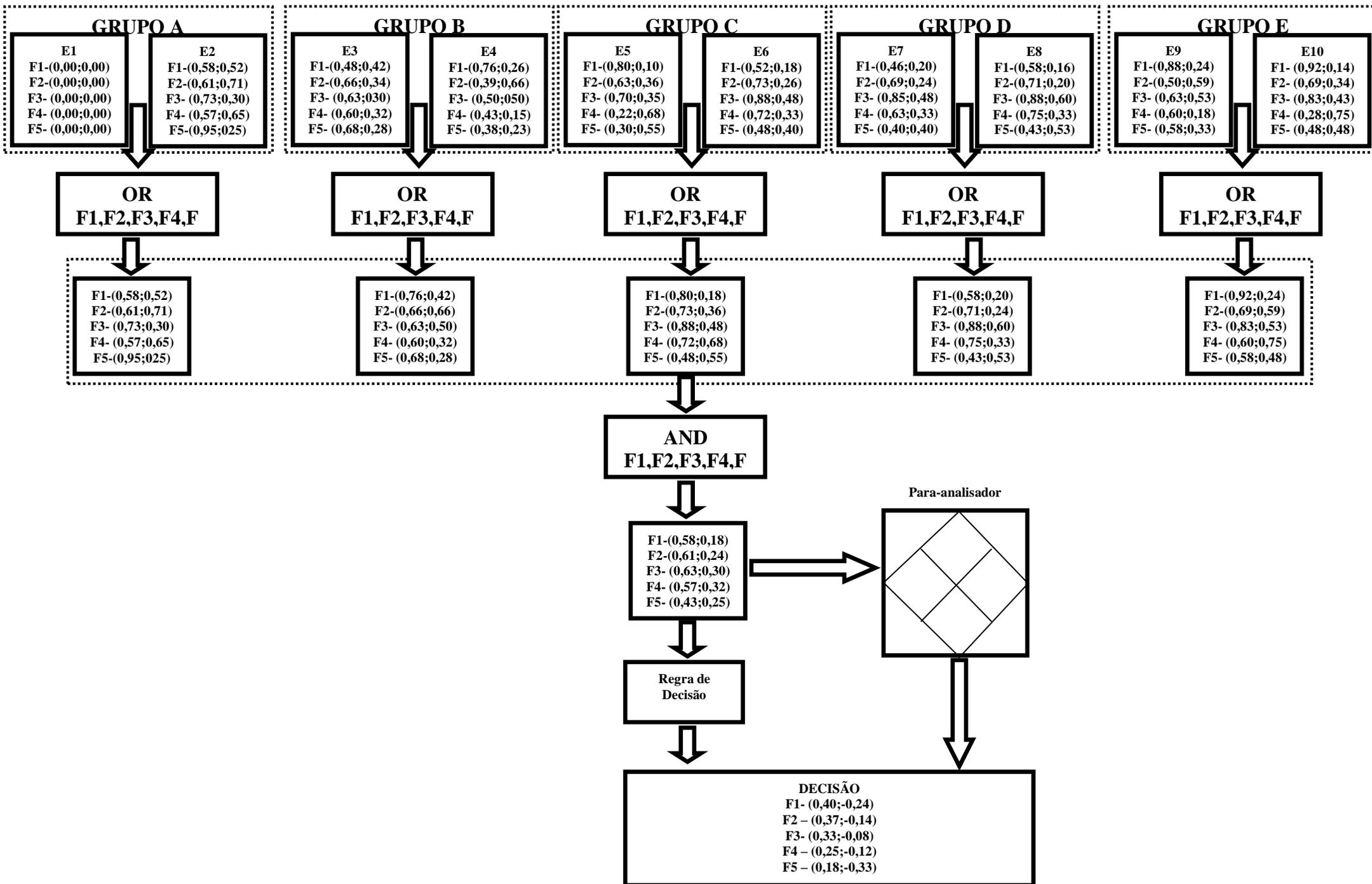
APÊNDICE G - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO



APÊNDICE H – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO METRÔ

FATOR	SEÇÃO													Atributos		26
		GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5				Nível de Exigência	0,50	
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)		MIN		CONCLUSÕES		DECISÃO
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	
F1	S1	0,50	0,90	0,70	0,50	0,80	0,60	0,70	0,20	0,90	0,80	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,60	0,80	0,50	0,50	0,80	0,50	0,80	0,40	0,70	0,70	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,50	0,30	0,90	0,20	0,80	0,00	0,30	0,10	1,00	0,00	0,30	0,00	0,30	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,40	0,30	0,90	0,30	0,70	0,20	0,10	0,00	1,00	0,10	0,10	0,00	0,10	-0,90	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,30	0,50	0,80	0,50	0,60	0,50	0,70	0,60	0,90	0,40	0,30	0,40	-0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
W	0,46	0,56	0,76	0,34	0,58	0,32	0,50	0,24	0,90	0,40	0,46	0,24	0,22	-0,30	NÃO CONCLUSIVO	
F2	S1	0,40	0,80	0,60	0,30	1,00	0,00	1,00	0,20	1,00	0,10	0,40	0,00	0,40	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,50	0,90	0,70	0,30	0,00	1,00	0,10	0,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,40	0,60	0,40	0,80	0,90	0,50	0,50	0,40	1,00	0,90	0,40	0,40	0,00	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,20	0,80	0,70	1,00	0,90	0,40	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	1,00	0,60	0,70	1,00	1,00	0,50	1,00	0,10	0,80	1,00	0,70	0,10	0,60	-0,20	VIÁVEL
	S6	0,60	0,40	0,80	0,20	1,00	0,50	1,00	0,20	0,90	0,70	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S7	0,60	0,60	0,50	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	0,90	0,90	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
W	0,53	0,67	0,63	0,54	0,71	0,44	0,66	0,11	0,80	0,56	0,53	0,11	0,41	-0,36	NÃO CONCLUSIVO	
F3	S1	1,00	0,30	0,80	0,30	0,90	0,70	1,00	0,90	1,00	0,80	0,30	0,50	0,10	VIÁVEL	
	S2	0,70	0,00	0,80	0,40	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,30	0,70	0,00	0,70	-0,30	VIÁVEL
	S3	0,80	0,20	0,50	0,80	0,90	0,40	0,90	0,50	0,90	0,90	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,80	0,10	0,60	0,80	1,00	0,40	1,00	0,10	0,90	1,00	0,60	0,10	0,50	-0,30	VIÁVEL
W	0,83	0,15	0,60	0,50	0,95	0,40	0,95	0,40	0,85	0,58	0,60	0,15	0,45	-0,25	NÃO CONCLUSIVO	
F4	S1	0,70	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60	0,70	0,50	0,50	0,70	0,50	0,30	0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,70	0,80	0,40	0,60	0,50	0,50	0,30	0,70	0,70	0,30	0,50	-0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO	
	S3	0,20	0,80	0,60	0,30	1,00	0,70	1,00	0,10	0,50	0,90	0,20	0,10	0,10	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,50	0,80	0,60	0,20	0,70	0,60	0,70	0,50	0,70	0,70	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S5	1,00	0,60	0,80	0,20	1,00	0,90	1,00	0,10	0,90	1,00	0,80	0,10	0,70	-0,10	VIÁVEL
	S6	0,80	0,50	0,60	0,40	0,70	0,60	0,60	0,30	0,20	0,80	0,20	0,30	-0,10	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
W	0,65	0,68	0,60	0,33	0,73	0,65	0,68	0,33	0,58	0,80	0,58	0,33	0,25	-0,08	NÃO CONCLUSIVO	
F5	S1	0,90	0,30	0,60	0,30	0,90	0,70	1,00	0,60	0,40	0,80	0,40	0,30	0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,90	0,20	0,60	0,30	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	0,80	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S3	1,00	0,20	0,70	0,30	0,30	0,90	0,20	0,90	0,70	0,90	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,90	0,10	0,80	0,20	0,40	0,60	0,30	0,20	0,50	0,70	0,30	0,10	0,20	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
W	0,93	0,20	0,68	0,28	0,55	0,63	0,50	0,55	0,53	0,80	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO	
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,42	0,18	0,23	-0,40	NÃO CONCLUSIVO

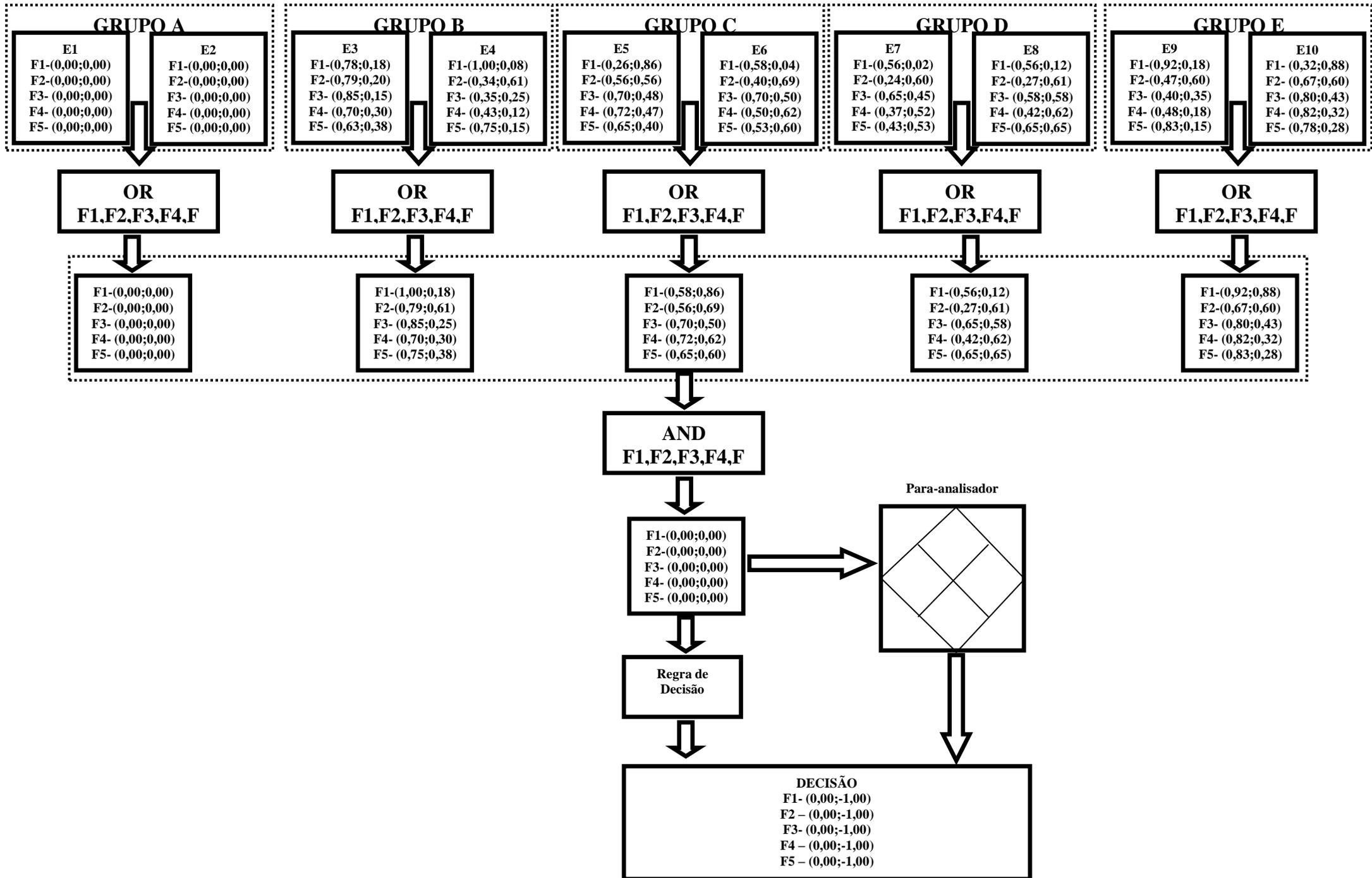
APÊNDICE I - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO VLT



APÊNDICE J – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO VLT

FATOR	SEÇÃO													Atributos		26
		GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5		MIN		Nível de Exigência		0,50
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)				CONCLUSÕES		DECISÃO
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	
F1	S1	0,60	0,70	0,70	0,50	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,60	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,70	0,70	0,50	0,60	1,00	0,10	0,90	0,30	0,90	0,50	0,50	0,10	0,40	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,60	0,40	0,90	0,30	0,90	0,00	0,10	0,00	1,00	0,20	0,10	0,00	0,10	-0,90	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,50	0,10	0,90	0,50	0,80	0,10	0,20	0,00	1,00	0,10	0,20	0,00	0,20	-0,80	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,50	0,70	0,80	0,40	0,70	0,70	0,70	0,60	0,90	0,10	0,50	0,10	0,40	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
W		0,58	0,52	0,76	0,42	0,80	0,18	0,58	0,20	0,92	0,24	0,58	0,18	0,40	-0,24	NÃO CONCLUSIVO
F2	S1	0,50	0,70	0,60	0,50	1,00	0,30	0,90	0,40	1,00	0,40	0,50	0,30	0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,60	0,60	0,80	0,50	0,10	0,90	0,00	0,20	0,50	1,00	0,00	0,20	-0,20	-0,80	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,50	0,80	0,90	0,40	0,50	0,40	0,30	0,20	1,00	0,30	0,30	0,20	0,10	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,40	0,90	0,80	1,00	0,90	0,60	0,90	0,50	0,40	0,90	0,40	0,50	-0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,80	0,80	0,60	1,00	1,00	0,30	1,00	0,20	0,90	1,00	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,70	0,50	0,60	0,50	1,00	0,50	1,00	0,20	0,70	0,60	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S7	0,80	0,70	0,60	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	1,00	0,90	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
W		0,61	0,71	0,66	0,66	0,73	0,36	0,71	0,24	0,69	0,59	0,61	0,24	0,37	-0,14	NÃO CONCLUSIVO
F3	S1	0,80	0,40	0,80	0,20	0,90	0,70	1,00	0,90	0,90	0,90	0,80	0,20	0,60	0,00	VIÁVEL
	S2	0,80	0,20	0,80	0,40	0,90	0,60	1,00	0,70	1,00	0,10	0,80	0,10	0,70	-0,10	VIÁVEL
	S3	0,70	0,40	0,60	0,80	0,70	0,50	0,70	0,80	0,80	0,90	0,60	0,40	0,20	0,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,60	0,20	0,70	0,80	1,00	0,30	1,00	0,00	0,90	0,80	0,60	0,00	0,60	-0,40	VIÁVEL
W		0,73	0,30	0,63	0,50	0,88	0,48	0,88	0,60	0,83	0,53	0,63	0,30	0,33	-0,08	NÃO CONCLUSIVO
F4	S1	0,60	0,70	0,60	0,40	0,60	0,70	0,70	0,40	0,50	0,90	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,60	0,70	0,50	0,30	0,40	0,70	0,40	0,80	0,70	0,70	0,40	0,30	0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,10	0,30	0,50	0,40	0,80	0,60	0,90	0,20	0,60	0,50	0,10	0,20	-0,10	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,50	0,70	0,60	0,30	0,60	0,70	0,60	0,50	0,70	0,90	0,50	0,30	0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,90	0,80	0,80	0,20	1,00	0,90	1,00	0,00	0,90	1,00	0,80	0,00	0,80	-0,20	VIÁVEL
	S6	0,70	0,70	0,60	0,30	0,90	0,60	0,90	0,40	0,50	0,50	0,50	0,30	0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
W		0,57	0,65	0,60	0,32	0,72	0,68	0,75	0,33	0,60	0,75	0,57	0,32	0,25	-0,12	NÃO CONCLUSIVO
F5	S1	1,00	0,20	0,70	0,30	1,00	0,60	1,00	0,30	0,50	0,70	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,30	0,60	0,40	0,40	0,80	0,40	0,90	0,60	0,30	0,40	0,30	0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S3	1,00	0,30	0,70	0,60	0,30	0,70	0,20	0,70	0,80	0,70	0,20	0,30	-0,10	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
	S4	1,00	0,20	0,70	0,20	0,50	0,40	0,20	0,20	0,60	0,30	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
W		0,95	0,25	0,68	0,28	0,48	0,55	0,43	0,53	0,58	0,48	0,43	0,25	0,18	-0,33	NÃO CONCLUSIVO
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,45	0,21	0,25	-0,34	NÃO CONCLUSIVO

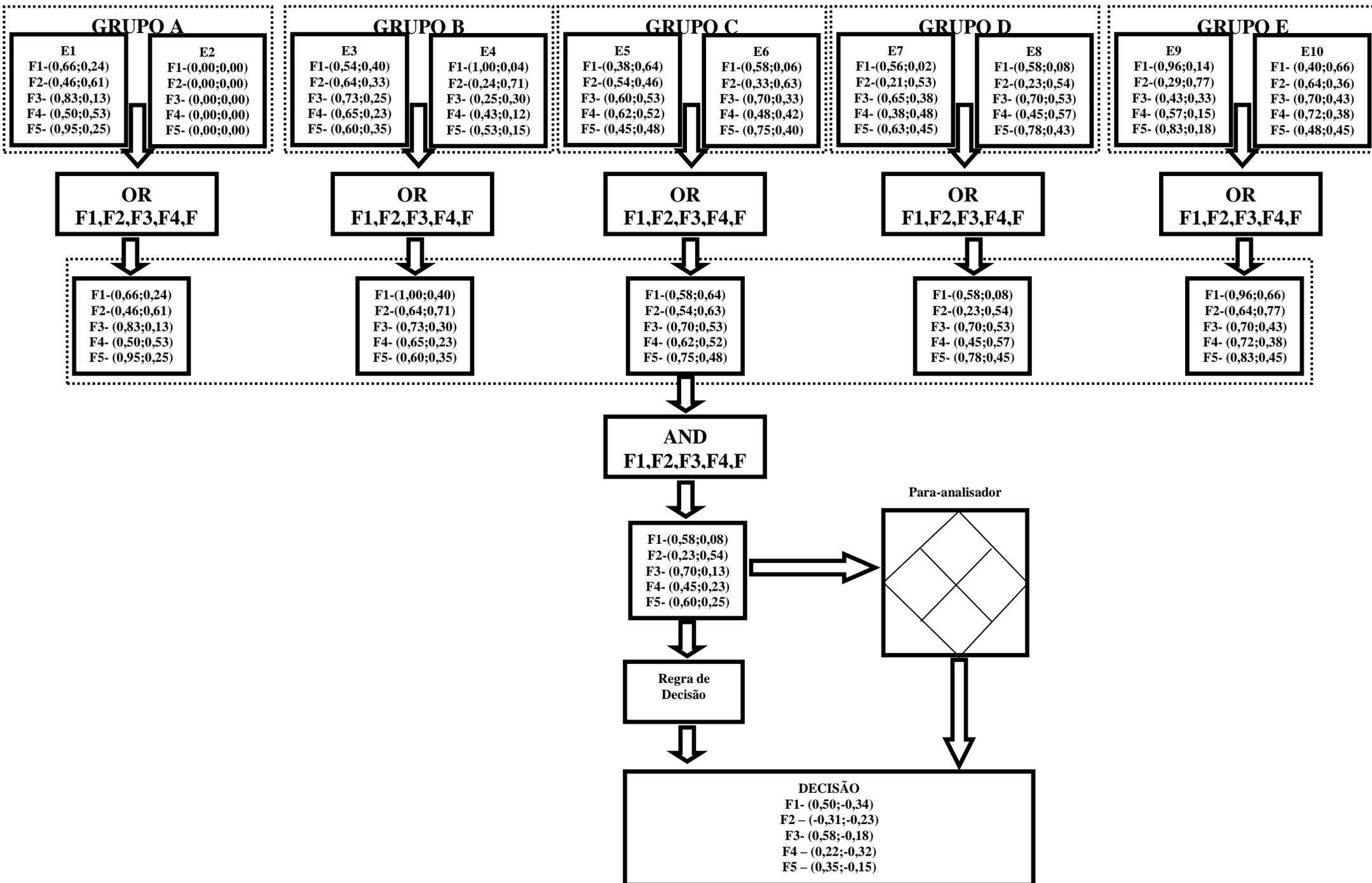
APÊNDICE K - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO ÔNIBUS CONVENCIONAL



APÊNDICE L – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO ONIBUS CONVENCIONAL

FATOR	SEÇÃO	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5		MIN		Atributos Nível de Exigência		26	
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)				CONCLUSÕES		0,50	
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	DECISÃO	
F1	S1	0,00	0,00	1,00	0,40	1,00	0,90	1,00	0,10	0,90	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,00	0,00	1,00	0,30	1,00	0,90	1,00	0,20	1,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	0,00	1,00	0,20	0,50	0,90	0,00	0,10	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	0,00	1,00	0,10	0,20	0,80	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,00	0,00	1,00	0,20	0,90	0,80	0,80	0,20	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
W		0,00	0,00	1,00	0,18	0,58	0,86	0,56	0,12	0,92	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
F2	S1	0,00	0,00	0,90	0,50	0,30	1,00	0,30	1,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,80	0,80	0,50	0,80	0,90	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	0,00	0,90	0,10	0,70	0,50	0,10	0,20	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	0,00	0,90	0,90	0,70	1,00	0,10	0,90	0,80	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,00	0,00	0,70	0,90	0,50	0,70	0,40	0,70	0,60	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,00	0,00	0,70	0,50	0,60	0,70	0,40	0,50	0,70	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
W		0,00	0,00	0,79	0,61	0,56	0,69	0,27	0,61	0,67	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
F3	S1	0,00	0,00	0,90	0,10	1,00	0,70	1,00	0,60	0,80	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,00	0,00	0,70	0,30	0,60	0,70	0,50	0,70	0,50	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	0,00	0,90	0,40	0,90	0,90	0,10	0,90	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	0,00	0,90	0,40	1,00	0,20	1,00	0,10	0,90	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
W		0,73	0,30	0,63	0,50	0,88	0,48	0,88	0,60	0,83	0,53	0,63	0,30	0,33	-0,08	NÃO CONCLUSIVO	
F4	S1	0,00	0,00	0,90	0,10	0,70	0,70	0,40	0,70	0,80	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,00	0,00	0,90	0,10	0,80	0,50	0,30	0,80	0,90	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	0,00	0,80	0,20	0,70	0,40	0,70	0,30	0,80	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	0,00	0,80	0,20	0,50	0,70	0,40	0,70	0,60	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,00	0,00	0,70	0,70	0,90	0,80	0,20	0,90	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,00	0,00	0,50	0,50	0,70	0,60	0,70	0,50	0,80	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
W		0,00	0,00	0,70	0,30	0,72	0,62	0,42	0,62	0,82	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
F5	S1	0,00	0,00	0,70	0,40	0,50	0,80	0,30	0,90	0,80	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,00	0,00	0,70	0,50	0,70	0,60	0,70	0,60	0,90	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	0,00	0,80	0,40	0,70	0,50	0,80	0,50	0,80	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	0,00	0,80	0,20	0,70	0,50	0,80	0,60	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
W		0,00	0,00	0,75	0,38	0,65	0,60	0,65	0,65	0,83	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO	

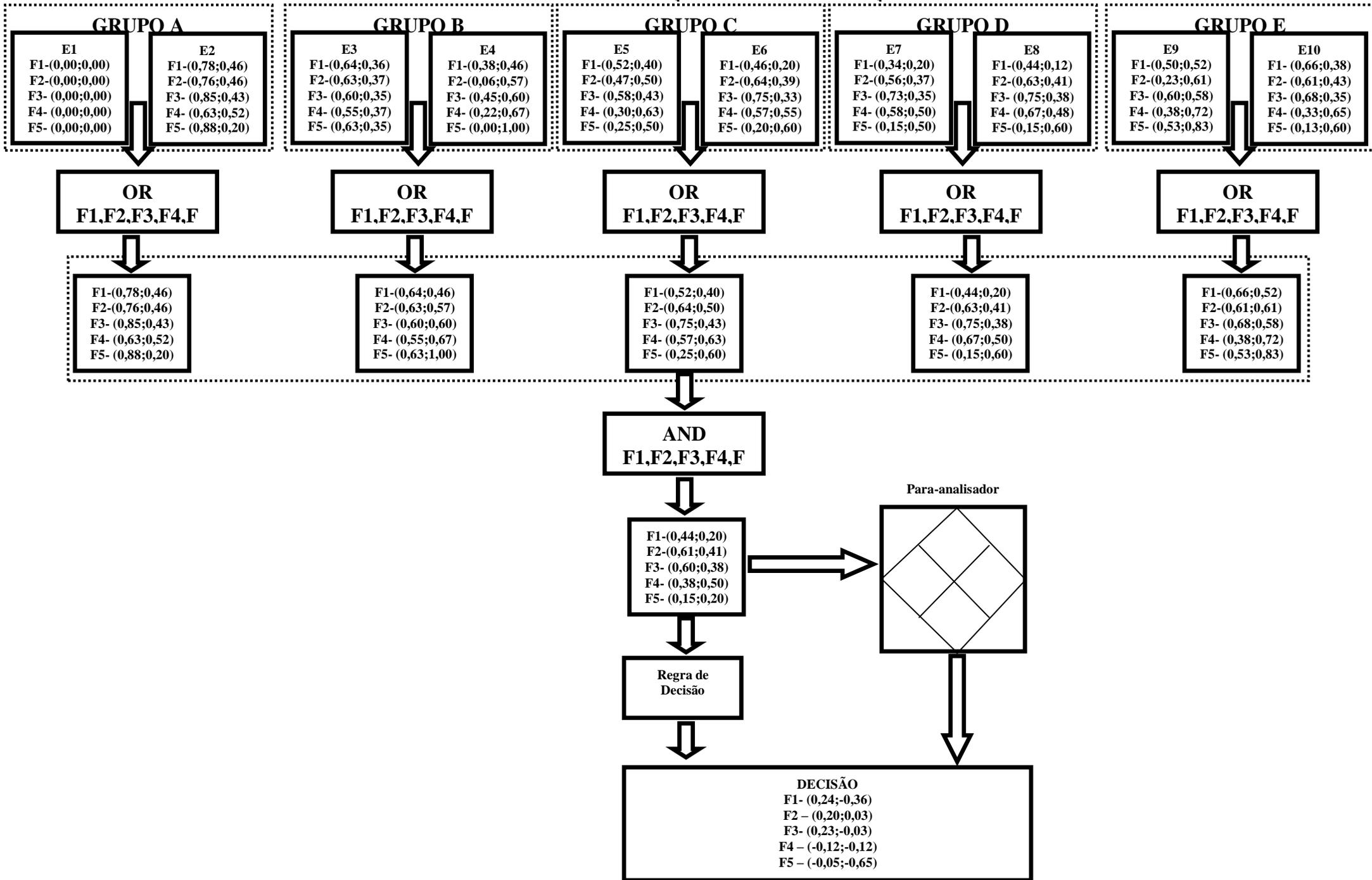
APÊNDICE M - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO BRT



APÊNDICE N – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO BRT

FATOR	SEÇÃO	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5		MIN		Atributos Nível de Exigência		26
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)				CONCLUSÕES		0,50
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	DECISÃO
F1	S1	0,50	0,20	1,00	0,30	1,00	0,60	1,00	0,20	0,90	0,70	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,20	1,00	0,50	1,00	0,90	1,00	0,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,80	-0,20	VIÁVEL
	S3	0,70	0,30	1,00	0,40	0,50	0,50	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,70	0,30	1,00	0,50	0,40	0,60	0,00	0,00	0,90	0,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,60	0,20	1,00	0,30	0,90	0,60	0,90	0,20	1,00	0,50	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
W	0,66	0,24	1,00	0,40	0,58	0,64	0,58	0,08	0,96	0,66	0,58	0,08	0,50	-0,34	VIÁVEL	
F2	S1	0,30	0,80	0,80	0,50	0,30	0,80	0,20	0,70	0,50	0,90	0,20	0,50	-0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,20	0,90	0,60	0,50	0,70	0,20	0,40	0,30	0,90	0,60	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,40	0,60	0,70	0,80	0,60	0,40	0,20	0,10	0,70	0,90	0,20	0,10	0,10	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,00	1,00	0,70	0,90	0,50	1,00	0,10	1,00	0,60	1,00	0,00	0,90	-0,90	-0,10	INVIÁVEL
	S5	0,80	0,40	0,70	0,90	0,60	0,70	0,40	0,70	0,70	0,90	0,40	0,40	0,00	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,80	0,20	0,50	0,50	0,60	0,70	0,20	0,60	0,80	0,60	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S7	0,70	0,40	0,50	0,90	0,50	0,80	0,30	0,60	0,60	1,00	0,30	0,40	-0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
W	0,46	0,61	0,64	0,71	0,54	0,63	0,23	0,54	0,64	0,77	0,23	0,54	-0,31	-0,23	NÃO CONCLUSIVO	
F3	S1	0,80	0,10	0,70	0,30	0,90	0,60	0,80	0,70	0,60	0,50	0,60	0,10	0,50	-0,30	VIÁVEL
	S2	0,70	0,20	0,80	0,30	0,60	0,50	0,70	0,80	0,70	0,50	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,80	0,20	0,70	0,30	0,70	0,60	0,40	0,50	0,80	0,50	0,40	0,20	0,20	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S4	1,00	0,00	0,70	0,30	1,00	0,40	1,00	0,10	0,70	0,30	0,70	0,00	0,70	-0,30	VIÁVEL
W	0,83	0,13	0,73	0,30	0,70	0,53	0,70	0,53	0,70	0,43	0,70	0,13	0,58	-0,18	VIÁVEL	
F4	S1	0,80	0,20	0,70	0,20	0,80	0,70	0,40	0,70	0,90	0,50	0,40	0,20	0,20	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,30	0,90	0,80	0,10	0,70	0,50	0,50	0,80	0,80	0,70	0,30	0,10	0,20	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,00	1,00	0,50	0,30	0,70	0,40	0,70	0,30	0,70	0,20	0,00	0,20	-0,20	-0,80	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,30	0,60	0,70	0,30	0,40	0,60	0,40	0,60	0,60	0,40	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,80	0,20	0,70	0,30	0,80	0,70	0,20	0,70	0,90	0,30	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,80	0,30	0,60	0,20	0,60	0,50	0,70	0,50	0,70	0,20	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
W	0,50	0,53	0,65	0,23	0,62	0,52	0,45	0,57	0,72	0,38	0,45	0,23	0,22	-0,32	NÃO CONCLUSIVO	
F5	S1	1,00	0,20	0,80	0,30	0,50	0,80	0,50	0,80	0,90	0,60	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,90	0,20	0,60	0,40	0,80	0,50	0,90	0,50	0,80	0,40	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,90	0,30	0,70	0,50	0,90	0,50	0,90	0,20	0,80	0,40	0,70	0,20	0,50	-0,10	VIÁVEL
	S4	1,00	0,30	0,70	0,20	0,80	0,40	0,80	0,50	0,80	0,40	0,70	0,20	0,50	-0,10	VIÁVEL
W	0,95	0,25	0,60	0,35	0,75	0,48	0,78	0,45	0,83	0,45	0,60	0,25	0,35	-0,15	NÃO CONCLUSIVO	
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,38	0,22	0,17	-0,40	NÃO CONCLUSIVO

APÊNDICE O - REGRAS DE MAXIMIZAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO MONOTRILHO



APÊNDICE P – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO MONOTRILHO

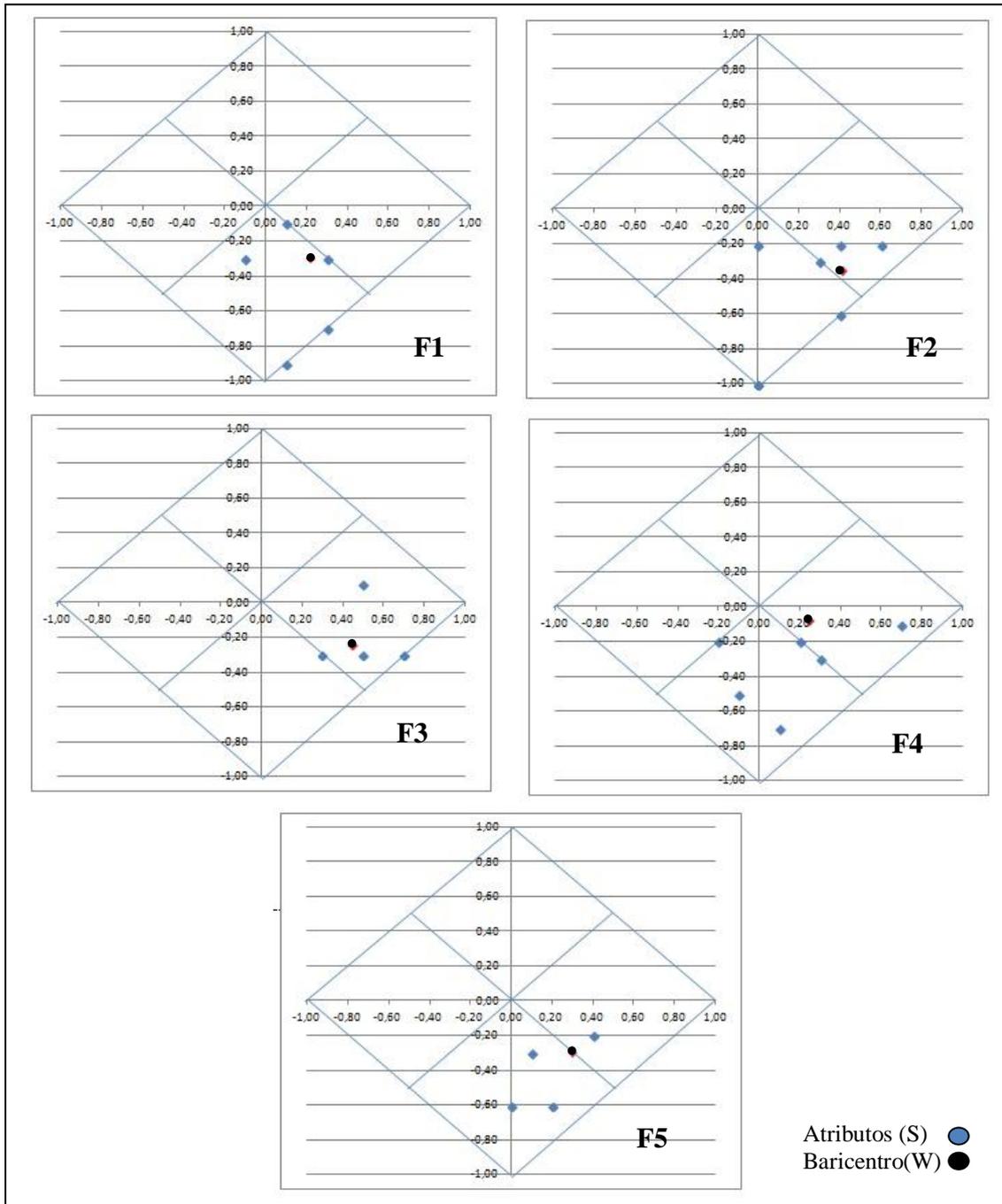
FATOR	SEÇÃO	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5		MIN		Atributos Nível de Exigência		26
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)				CONCLUSÕES		0,50
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	DECISÃO
F1	S1	0,70	0,50	0,60	1,00	0,70	0,20	0,70	0,20	0,60	0,90	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,60	0,40	0,70	1,00	0,90	0,80	0,90	0,20	0,50	1,00	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,80	0,50	0,80	0,40	0,60	0,30	0,00	0,00	0,90	0,40	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,70	0,60	0,80	0,30	0,60	0,40	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,90	0,30	0,60	0,40	0,60	0,70	0,60	0,60	0,70	0,40	0,60	0,30	0,30	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
W	0,74	0,46	0,64	0,46	0,52	0,40	0,44	0,20	0,66	0,52	0,44	0,20	0,24	-0,36	NÃO CONCLUSIVO	
F2	S1	0,70	0,60	0,60	0,30	1,00	0,30	1,00	0,00	0,90	0,20	0,60	0,00	0,60	-0,40	VIÁVEL
	S2	0,80	0,50	0,70	0,20	0,10	0,90	0,10	0,20	0,20	1,00	0,10	0,20	-0,10	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,80	0,70	0,50	1,00	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,90	0,50	0,70	-0,20	0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,70	0,70	0,60	1,00	0,50	1,00	0,20	1,00	0,70	1,00	0,20	0,70	-0,50	-0,10	INVIÁVEL
	S5	0,60	0,30	0,60	1,00	0,80	0,50	0,90	0,20	0,80	0,90	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
S6	0,80	0,20	0,70	0,30	0,90	0,70	0,80	0,50	0,40	0,80	0,40	0,20	0,20	-0,40	NÃO CONCLUSIVO	
S7	0,90	0,20	0,70	1,00	0,80	0,50	0,80	0,40	0,60	0,90	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO	
W	0,76	0,46	0,63	0,57	0,64	0,50	0,63	0,41	0,61	0,61	0,61	0,41	0,20	0,03	NÃO CONCLUSIVO	
F3	S1	0,90	0,30	0,80	0,40	0,90	0,70	0,90	0,70	0,90	0,30	0,80	0,30	0,50	0,10	VIÁVEL
	S2	0,90	0,40	0,80	0,30	1,00	0,30	1,00	0,50	1,00	0,40	0,80	0,30	0,50	0,10	VIÁVEL
	S3	0,80	0,50	0,60	1,00	0,50	0,50	0,30	0,40	0,60	0,90	0,30	0,40	-0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,80	0,50	0,60	1,00	0,90	0,40	1,00	0,00	0,70	0,90	0,60	0,00	0,60	-0,40	VIÁVEL
W	0,85	0,43	0,60	0,60	0,75	0,43	0,75	0,38	0,68	0,58	0,60	0,38	0,23	-0,03	NÃO CONCLUSIVO	
F4	S1	0,70	0,30	0,50	0,80	0,50	0,70	0,30	0,70	0,60	0,90	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,50	0,40	0,80	0,60	0,50	0,60	0,40	0,70	1,00	0,40	0,40	0,00	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,20	0,70	0,50	0,80	0,60	0,70	0,80	0,30	0,40	0,90	0,20	0,30	-0,10	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,50	0,60	0,60	0,80	0,40	0,60	0,60	0,30	0,50	0,90	0,40	0,30	0,10	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,90	0,60	0,60	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	1,00	0,40	0,50	-0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
S6	0,70	0,40	0,70	0,30	0,70	0,60	0,70	0,50	0,30	0,70	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO	
W	0,63	0,52	0,55	0,67	0,57	0,63	0,67	0,50	0,38	0,72	0,38	0,50	-0,12	-0,12	NÃO CONCLUSIVO	
F5	S1	0,80	0,30	0,70	1,00	0,30	0,70	0,30	0,70	0,40	0,90	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,20	0,60	1,00	0,30	0,80	0,20	0,80	0,50	0,80	0,20	0,20	0,00	-0,60	NÃO CONCLUSIVO
	S3	1,00	0,20	0,60	1,00	0,20	0,70	0,10	0,70	0,70	0,70	0,10	0,20	-0,10	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,90	0,10	0,60	1,00	0,40	0,40	0,10	0,20	0,50	0,90	0,10	0,10	0,00	-0,80	NÃO CONCLUSIVO
W	0,88	0,20	0,63	1,00	0,25	0,60	0,15	0,60	0,53	0,83	0,15	0,20	-0,05	-0,65	NÃO CONCLUSIVO	

Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,38	0,26	0,12	-0,36	NÃO CONCLUSIVO
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	------	------	-------	----------------

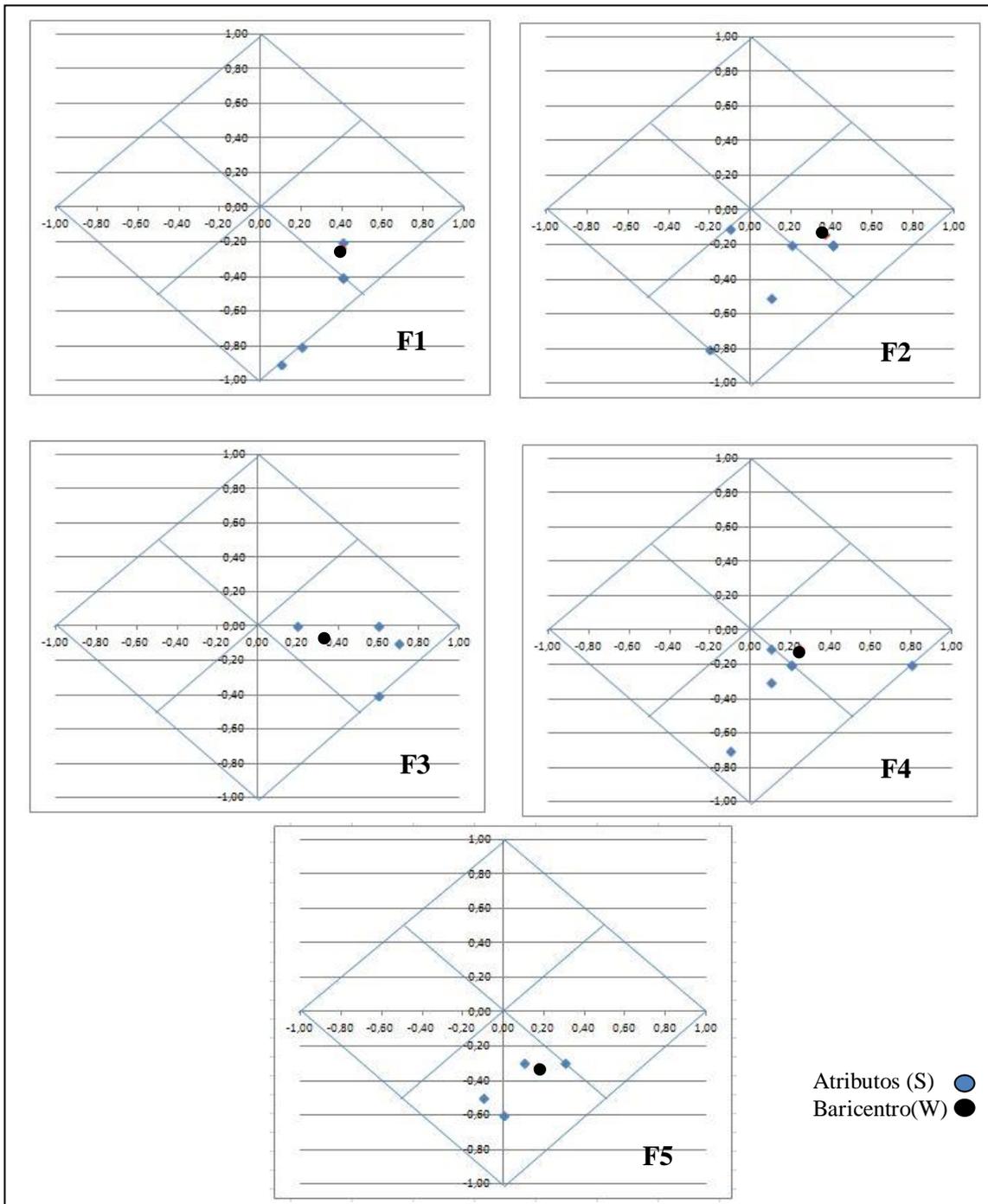
APÊNDICE R – TABELA DE CÁLCULO PARA ANÁLISE DO TREM URBANO

FATOR	SEÇÃO													Atributos		26
		GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5				Nível de Exigência	0,50	
		MAX (E1;E2)		MAX (E3;E4)		MAX (E5;E6)		MAX (E7;E8)		MAX (E9;E10)		MIN		CONCLUSÕES		DECISÃO
		GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	GC	GD	H	G	
F1	S1	1,00	0,30	0,70	0,50	0,60	0,30	0,60	0,20	0,80	0,70	0,60	0,20	0,40	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,40	0,70	0,50	0,70	0,30	0,70	0,20	0,80	0,60	0,70	0,20	0,50	-0,10	VIÁVEL
	S3	0,80	0,30	0,90	0,40	0,60	0,10	0,00	0,00	1,00	0,20	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,90	0,30	0,90	0,30	0,70	0,30	0,00	0,00	0,90	0,20	0,00	0,00	0,00	-1,00	NÃO CONCLUSIVO
	S5	1,00	0,10	0,80	0,50	0,90	0,30	0,80	0,40	0,90	0,30	0,80	0,10	0,70	-0,10	VIÁVEL
W	0,86	0,28	0,76	0,34	0,60	0,22	0,42	0,16	0,86	0,32	0,42	0,16	0,26	-0,42	NÃO CONCLUSIVO	
F2	S1	0,30	1,00	0,70	0,30	1,00	0,00	0,40	0,10	1,00	0,10	0,30	0,00	0,30	-0,70	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,20	1,00	0,60	0,40	0,20	0,80	0,20	0,00	0,10	0,90	0,10	0,00	0,10	-0,90	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,20	0,90	0,50	0,80	0,90	0,50	0,50	0,70	1,00	0,90	0,20	0,50	-0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,30	0,90	0,50	1,00	0,70	0,80	0,10	1,00	0,80	0,90	0,10	0,80	-0,70	-0,10	INVIÁVEL
	S5	0,70	0,40	0,50	1,00	0,70	0,70	0,70	0,60	0,70	1,00	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,80	0,50	0,50	0,50	0,80	0,60	0,80	0,70	0,70	0,40	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S7	0,80	0,50	0,40	1,00	0,60	0,70	0,60	0,80	0,80	0,90	0,40	0,50	-0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
W	0,44	0,71	0,53	0,54	0,66	0,46	0,47	0,54	0,73	0,56	0,44	0,46	-0,01	-0,10	NÃO CONCLUSIVO	
F3	S1	0,70	0,30	0,80	0,40	0,70	0,70	0,80	0,70	1,00	0,60	0,70	0,30	0,40	0,00	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,80	0,30	0,80	0,30	0,80	0,50	0,70	0,20	0,80	0,40	0,70	0,20	0,50	-0,10	VIÁVEL
	S3	0,80	0,20	0,60	0,80	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,90	0,50	0,20	0,30	-0,30	NÃO CONCLUSIVO
	S4	1,00	0,10	0,60	0,80	0,90	0,40	1,00	0,00	0,70	1,00	0,60	0,00	0,60	-0,40	VIÁVEL
W	0,80	0,23	0,63	0,50	0,70	0,53	0,75	0,33	0,65	0,58	0,63	0,23	0,40	-0,15	NÃO CONCLUSIVO	
F4	S1	0,60	0,70	0,40	0,60	0,50	0,70	0,20	0,70	0,80	0,40	0,20	0,40	-0,20	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,90	0,30	0,70	0,30	0,80	0,50	0,30	0,50	0,90	0,30	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S3	0,10	1,00	0,60	0,40	0,60	0,90	0,60	0,80	0,60	0,70	0,10	0,40	-0,30	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,40	0,70	0,70	0,30	0,50	0,50	0,30	0,70	0,60	0,30	0,30	0,30	0,00	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
	S5	0,50	0,50	0,70	0,30	1,00	0,80	1,00	0,80	0,80	0,90	0,50	0,30	0,20	-0,20	NÃO CONCLUSIVO
	S6	0,80	0,30	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,20	0,70	0,20	0,30	-0,10	-0,50	NÃO CONCLUSIVO
W	0,52	0,57	0,60	0,40	0,52	0,63	0,47	0,65	0,52	0,55	0,47	0,40	0,07	-0,13	NÃO CONCLUSIVO	
F5	S1	1,00	0,40	0,60	0,40	0,50	0,50	0,50	0,70	0,50	0,60	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S2	0,90	0,40	0,50	0,50	0,70	0,50	0,70	0,90	0,60	0,70	0,50	0,40	0,10	-0,10	NÃO CONCLUSIVO
	S3	1,00	0,30	0,70	0,30	0,80	0,50	0,80	0,30	0,70	0,80	0,70	0,30	0,40	0,00	NÃO CONCLUSIVO
	S4	0,90	0,40	0,70	0,20	0,80	0,50	0,90	0,10	0,50	0,40	0,50	0,10	0,40	-0,40	NÃO CONCLUSIVO
W	0,93	0,38	0,63	0,35	0,70	0,50	0,73	0,48	0,58	0,63	0,58	0,35	0,23	-0,08	NÃO CONCLUSIVO	
Baricentro W: médias dos graus resultantes												0,40	0,27	0,13	-0,33	NÃO CONCLUSIVO

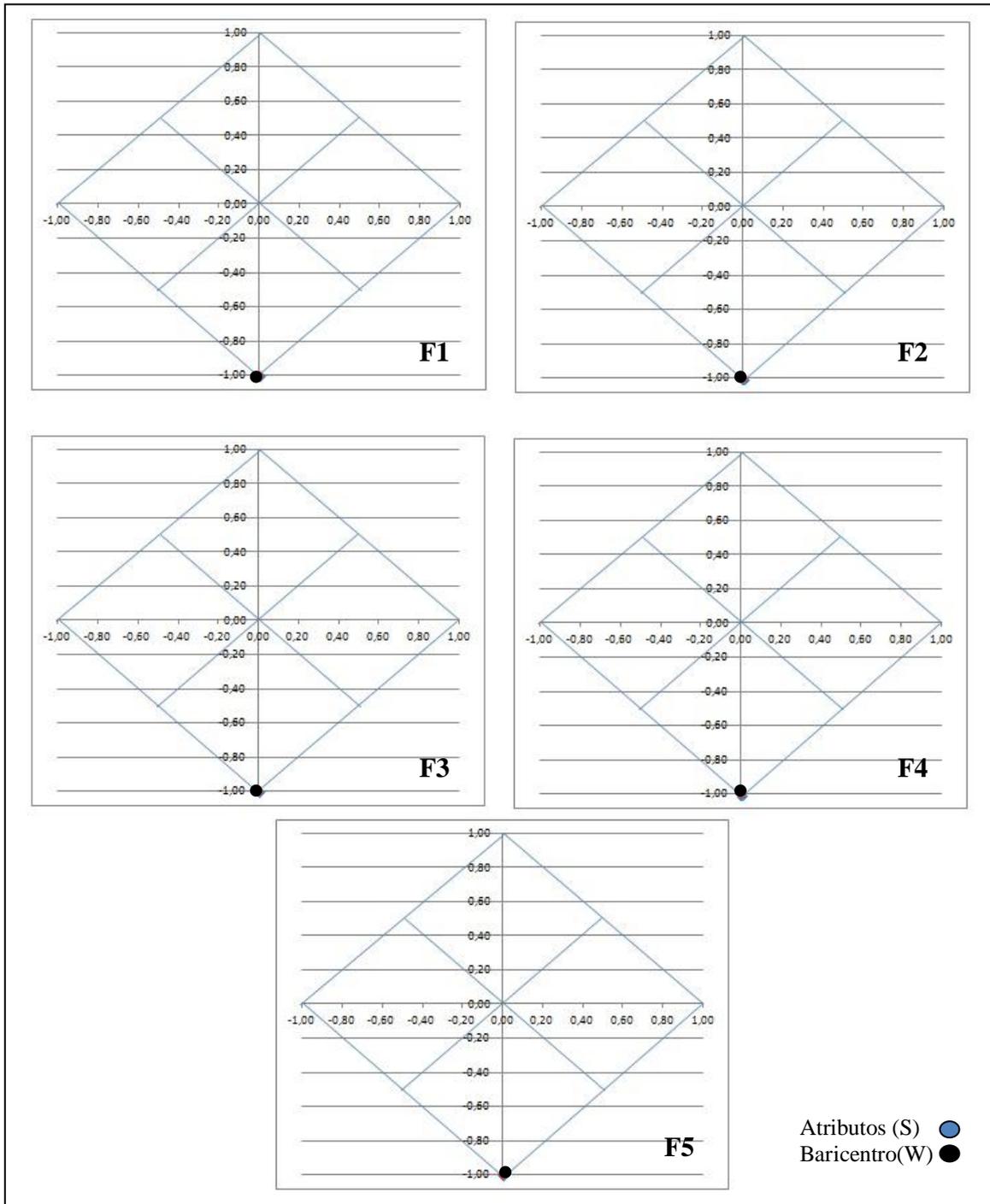
**APÊNDICE S - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA METRÔ**



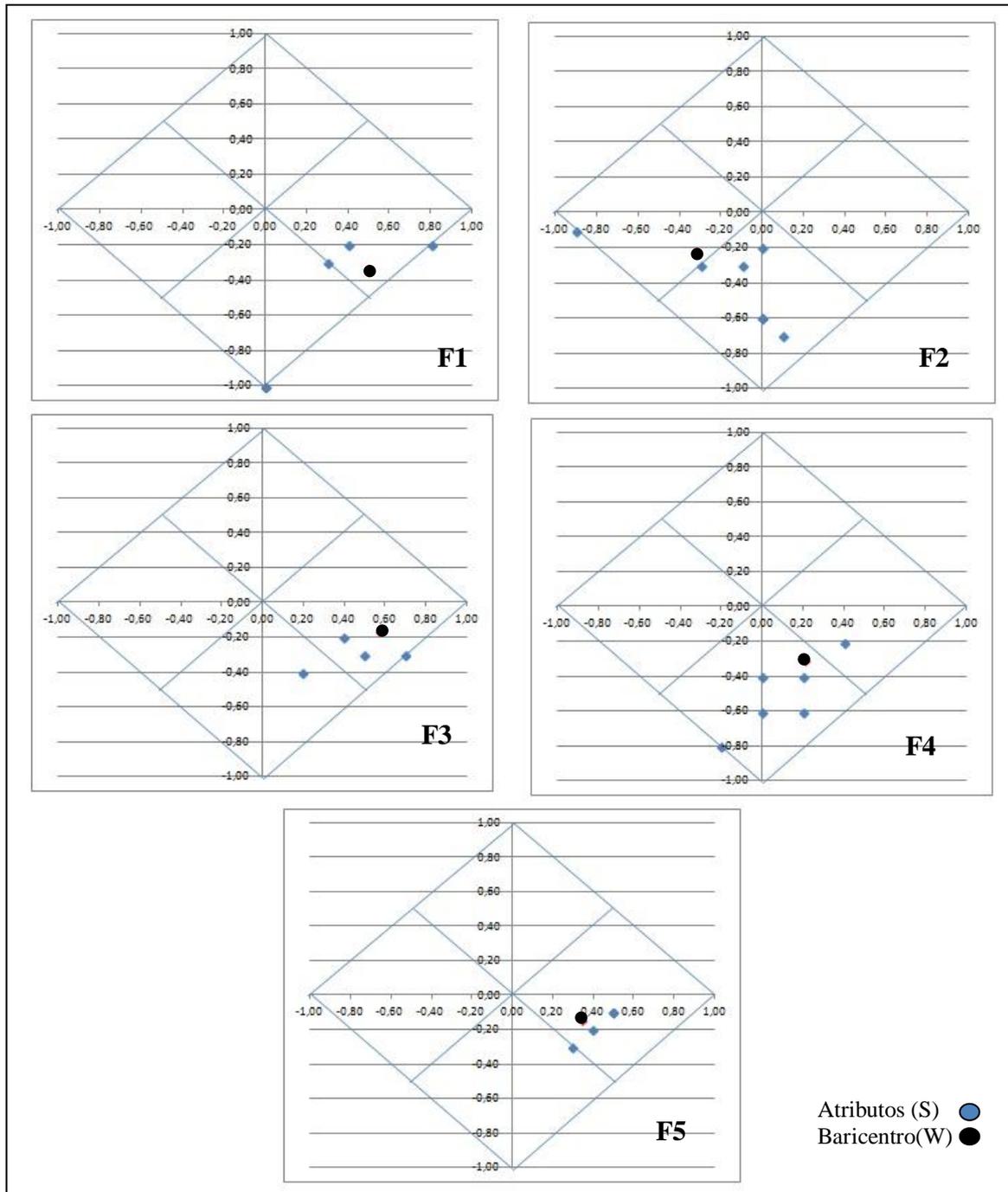
**APÊNDICE T - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA VLT**



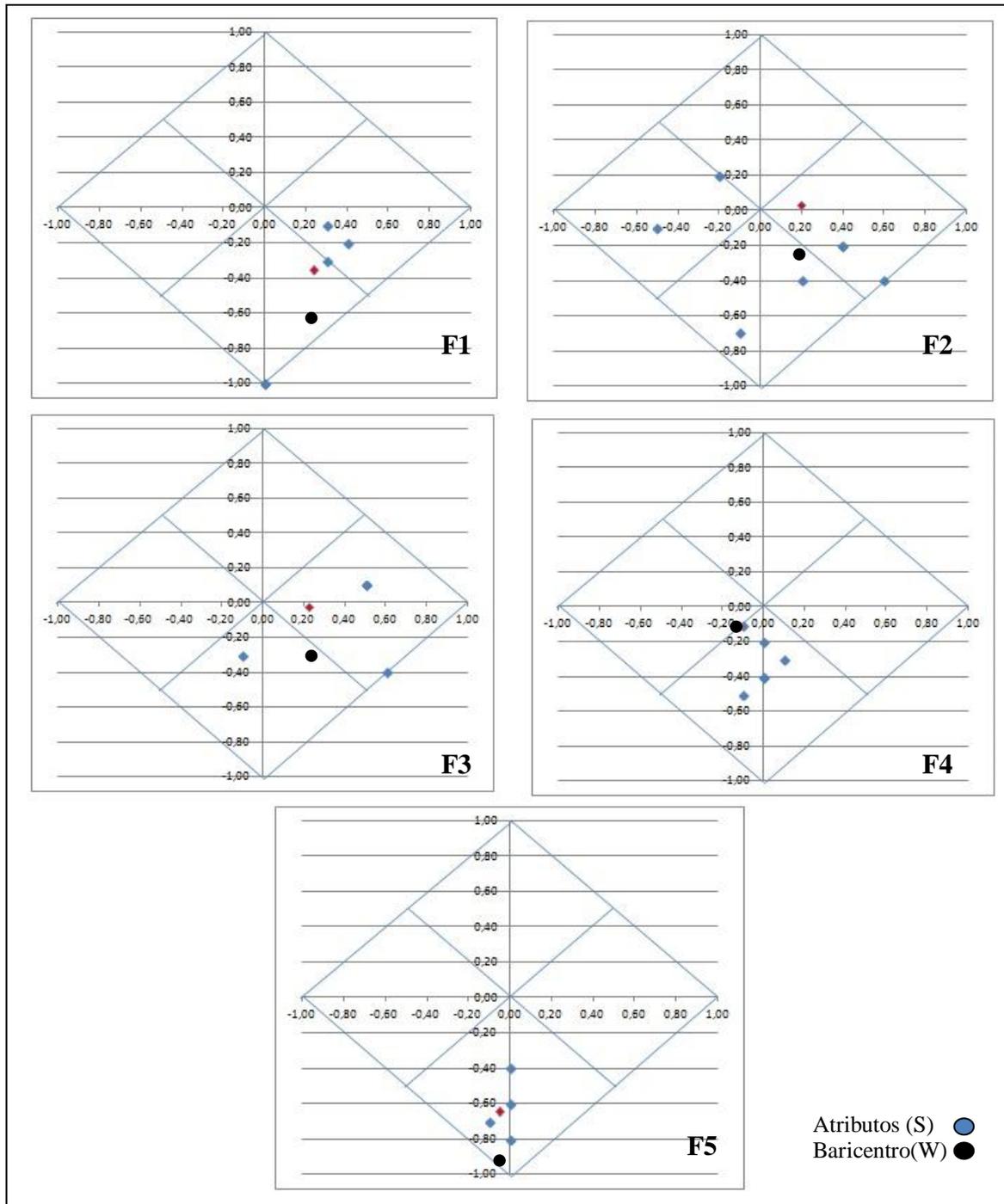
**APÊNDICE U - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA ÔNIBUS CONVENCIONAL**



**APÊNDICE V - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA BRT**



**APÊNDICE X - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA MONOTRILHO**



**APÊNDICE Y - ANÁLISE DOS RESULTADOS PELO
DISPOSITIVO PARA-ANALISADOR, AO NÍVEL DE EXIGÊNCIA
0,50 PARA TREM URBANO**

