

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

ROBERTO JEFFERSON DA SILVA SANTOS

**SELEÇÃO DE INDICADORES DA QUALIDADE
DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO
DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS**

Rio de Janeiro

2004

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

ROBERTO JEFFERSON DA SILVA SANTOS

**SELEÇÃO DE INDICADORES DA QUALIDADE DO TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientador: Prof. Paulo Afonso Lopes da Silva –
Ph.D.

Rio de Janeiro

2004

c2004

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha

Rio de Janeiro – RJ

CEP: 22290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmar ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

629.04 Santos, Roberto Jefferson da Silva
S237

Seleção de indicadores da qualidade do transporte público urbano de passageiros por ônibus / Roberto Jefferson da Silva Santos – Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2004.

258 p.: il., graf., tab.: 29,7 cm.

Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro, 2004.

1. Transporte público urbano – seleção de indicadores. 2. Transporte público urbano – ônibus. 3. Transporte público urbano – qualidade. 4. Lógica *Fuzzy*. I. Título. II. Instituto Militar de Engenharia.

CDD 629.04

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

ROBERTO JEFFERSON DA SILVA SANTOS

**SELEÇÃO DE INDICADORES DA QUALIDADE DO TRANSPORTE
PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientador: Prof. Paulo Afonso Lopes da Silva - PhD.

Aprovada em 08 de setembro 2004 pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Paulo Afonso Lopes da Silva – Ph.D. do IME – Presidente

Prof. Júlio César Silva Neves – D.Sc. do IME

Prof. Licínio da Silva Portugal – D.Sc. da COPPE / UFRJ

Rio de Janeiro

2004

À minha esposa e melhor amiga, Alessandra Ferreira dos Santos Silva, pelo amor, paciência e constante incentivo de meu aprimoramento. Aos meus pais que me iniciaram numa das maiores riquezas do ser humano, o conhecimento. À Danielle Ferreira dos Santos e a Maria das Graça dos Santos pelo o apoio de todas as horas.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Militar de Engenharia pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Engenharia de Transporte.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Professor e Orientador Paulo Afonso Lopes da Silva – Ph.D, pela orientação prestada durante a elaboração desta dissertação.

À Professora Maria Cristina Fogliatti de Sinay pela atenção e apoio de toda hora. Aos demais professores do curso de Pós-graduação em Engenharia de Transporte pelos ensinamentos transmitidos durante o período de créditos e ainda pelas sugestões nos seminários.

Ao Professor Licínio da Silva Portugal pelo tempo dedicado à apreciação desta dissertação.

Ao Professor Júlio César Silva Neves pelo apoio e orientação no estágio de docência.

À Márcia Pitangueira Tavares pela valiosa colaboração na composição desta dissertação.

Aos amigos de turma pelo apoio, em especial, àqueles que engrandeceram esta dissertação com suas colaborações e amizade: Kary de Paiva, Isolina Cruz e Luís Cláudio Chagas “chefe”.

Aos colegas da turma 2003 e 2004.

Aos amigos Cícero Nogueira dos Santos, Ernesto Saboya e Carlos André Gomes Lima pelo grande apoio e amizade.

Aos colegas de “república” e de curso, Aurélio Murta e Paulo Rogério da Silva Monteiro, pela experiência de vida no convívio de dois anos.

À Sergio Pacífico Soncim e Glaydston Mattos Ribeiro pelo incentivo no XXI ENEGEP em Salvador para inscrever-me no mestrado em transportes do IME.

Ao pessoal da secretaria, Oazem e Ana Paula.

E, principalmente, a Deus por ter colocado todas estas pessoas no meu caminho, pela saúde e força a mim atribuída para vencer mais um obstáculo na minha vida e realizar o tão desejado sonho de obter o título de mestre em ciências.

“Incerteza, imprecisão, conhecimento parcial, certeza parcial e verdade parcial são como cavaleiros do Apocalipse àqueles habituados às técnicas tradicionais de tratamento de dados”.

EDUARDO MASSAD

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	15	
LISTA DE TABELAS	18	
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	26	
LISTA DE SIGLAS	27	
1	INTRODUÇÃO.....31	
1.1	Considerações Iniciais.....31	
1.2	Objetivo.....31	
1.3	Justificativa.....32	
1.4	Estrutura da Dissertação.....33	
2	VISÃO PANORÂMICA DA QUALIDADE.....35	
2.1	Considerações Iniciais.....35	
2.2	Definindo Qualidade.....35	
2.3	A Importância da Qualidade.....38	
2.4	A Evolução da Qualidade.....41	
2.5	Sistema de Gestão da Qualidade com base nas normas da família ISO 9000:2000	48
2.6	Expectativas e Percepções de Qualidade	53
2.7	Considerações Parciais	59
3	CONCEITUAÇÃO SOBRE INDICADORES.....60	
3.1	Considerações Iniciais.....60	
3.2	Tipos de Indicadores.....61	
3.3	Papel dos Indicadores.....62	
3.4	Critérios para Geração de Indicadores.....63	
3.5	Especificação de Indicadores.....64	
3.6	Indicadores de Qualidade.....65	
3.7	Indicadores de Qualidade Para o Transporte Público Urbano.....67	
3.8	Considerações Paciais.....70	

4	A LÓGICA <i>FUZZY</i> – CONCEITOS BÁSICOS	71
4.1	Considerações Iniciais	71
4.2	O que é Lógica <i>Fuzzy</i>	71
4.3	Breve Histórico.....	73
4.4	Sistema de Inferência <i>Fuzzy</i>	75
4.4.1	Processo de <i>Fuzificação</i>	77
4.4.2	Conjuntos <i>Fuzzy</i> e Funções de Pertinência	78
4.5	Representação para os Conjuntos <i>Fuzzy</i>	89
4.5.1	Processo de Defuzificação.....	92
4.5.1.1	Máximo (M)	92
4.5.1.2	Média dos Máximos (M-o-M)	93
4.5.1.3	Centro dos Máximos (C-o-M).....	95
4.5.1.4	Centro-da-Área (C-o-A).....	96
4.5.1.5	Sugestões sobre qual Método de <i>Defuzificação</i> Utilizar.....	98
4.6	Vantagens e Desvantagens	99
4.7	Considerações Parciais	100
5	MÉTODO PROPOSTO	101
5.1	Considerações Iniciais	101
5.2	Fluxograma do Método de Seleção de Indicadores	101
5.2.1	Definição das Variáveis de Entrada.....	103
5.2.2	Preparação do Questionário 1 com os Atributos	104
5.2.3	Aplicação do Questionário 1 aos Passageiros	105
5.2.4	Coleta de Dados a partir do Questionário 1 Aplicado aos Passageiros .	106
5.2.5	Desenvolvimento dos Conjuntos <i>Fuzzy</i> em uma Escala de 0 a 10 como também das Integrais <i>Fuzzy</i>	106
5.2.6	<i>Defuzificação</i> em relação aos Estratos da Amostra pela Frequência de Utilização.....	110
5.2.7	Unificação da Amostra e Conceituação dos Atributos com seu Termo Lingüístico considerando os Pesos em relação a Frequência de Utilização	111

5.2.8	Preparação do Questionário 2 Destinado aos Especialistas com o Termo Lingüístico da Etapa Anterior e a Caracterização da Região em Estudo	113
5.2.9	Aplicação do Questionário 2 aos Especialistas	115
5.2.10	Coleta de Dados a partir do Questionário 2 Aplicado aos Especialistas	116
5.2.11	Desenvolvimento dos Conjuntos <i>Fuzzy</i> em uma Escala de 0 a 10 como também das Integrais <i>Fuzzy</i>	116
5.2.12	<i>Defuzificação</i> em relação aos Estratos da Amostra pelo Grau de Experiência em Transporte Público Urbano de Passageiros por Ônibus	119
5.2.13	Unificação da Amostra e Conceituação dos Indicadores com seu Termo Lingüístico considerando os Pesos em relação ao Grau de Experiência	120
5.2.14	Seleção de Indicadores de Muita e Total Importância?	122
5.2.15	Indicadores Conceituados de Muita e Total Importância	122
5.2.16	Indicadores conceituados de Média, Muita e Total Importância	123
5.3	Considerações Parciais	123
6	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	124
6.1	Considerações Iniciais	124
6.2	Exemplos de Aplicação	124
6.2.1	Definição das Variáveis de Entrada	124
6.2.2	Preparação do Questionário 1 com os Atributos	125
6.2.3	Aplicação do Questionário 1 aos Passageiros	125
6.2.4	Coleta de dados a partir do Questionário 1 Aplicado aos Passageiros..	125
6.2.5	Desenvolvimento dos Conjuntos <i>Fuzzy</i> em uma Escala de 0 a 10 como também das Integrais <i>Fuzzy</i>	125
6.2.6	<i>Defuzificação</i> em relação aos Estratos da Amostra pela Frequência de Utilização	126
6.2.7	Unificação da Amostra e Conceituação dos Atributos com seu Termo Lingüístico considerando os Pesos em relação a Frequência de Utilização	126

6.2.8	Preparação do Questionário 2 Destinado aos Especialistas com o Termo Lingüístico da Etapa Anterior e a Caracterização da Região em Estudo	127
6.2.9	Aplicação do Questionário 2 aos Especialistas	128
6.2.10	Coleta de Dados a partir do Questionário 2 Aplicado aos Especialistas	128
6.2.11	Desenvolvimento dos Conjuntos <i>Fuzzy</i> em uma Escala de 0 a 10 como também das Integrais <i>Fuzzy</i>	129
6.2.12	<i>Defuzificação</i> em relação aos Estratos da Amostra pelo Grau de Experiência em Transporte Público Urbano de Passageiros por Ônibus	129
6.2.13	Unificação da Amostra e Conceituação dos Indicadores com seu Termo Lingüístico considerando os Pesos em relação ao Grau de Experiência	129
6.2.14	Seleção de Indicadores de Muita e Total Importância?	133
6.2.15	Indicadores Conceituados de Muita e Total Importância	133
6.2.16	Indicadores Conceituados de Média, Muita e Total Importância	135
6.3	Considerações Parciais	138
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	147
7.1	Conclusões	147
7.2	Recomendações	149
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
9	APÊNDICES	159
9.1.1	APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 1	160
9.1.2	APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 2	161
9.1.3	APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 3	162
9.1.4	APÊNDICE 4: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 4	163

9.1.5	APÊNDICE 5: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS – REGIÃO A.....	164
9.1.6	APÊNDICE 6: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS – REGIÃO B.....	165
9.1.7	APÊNDICE 7: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS – REGIÃO C.....	166
9.1.8	APÊNDICE 8: CONJUNTOS <i>FUZZY</i> E RESPECTIVAS INTEGRAIS <i>FUZZY</i> PARA A REGIÃO A – PASSAGEIROS.....	167
9.1.9	APÊNDICE 9: CONJUNTOS <i>FUZZY</i> E RESPECTIVAS INTEGRAIS <i>FUZZY</i> PARA A REGIÃO B – PASSAGEIROS.....	169
9.1.10	APÊNDICE 10: CONJUNTOS <i>FUZZY</i> E RESPECTIVAS INTEGRAIS <i>FUZZY</i> PARA A REGIÃO C – PASSAGEIROS.....	171
9.1.11	APÊNDICE 11: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS da REGIÃO A.....	173
9.1.12	APÊNDICE 12: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS DA REGIÃO B.....	175
9.1.13	APÊNDICE 13: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS DA REGIÃO C.....	177
9.1.14	APÊNDICE 14: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 1	179
9.1.15	APÊNDICE 15: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 2	180
9.1.16	APÊNDICE 16: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 3	181
9.1.17	APÊNDICE 17: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 4	182
9.1.18	APÊNDICE 18: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 5	183
9.1.19	APÊNDICE 19: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 6	184

9.1.20	APÊNDICE 20: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 7	185
9.1.21	APÊNDICE 21: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 8	186
9.1.22	APÊNDICE 22: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO A.....	187
9.1.23	APÊNDICE 23: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO B.....	190
9.1.24	APÊNDICE 24: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO C.....	193
9.1.25	APÊNDICE 25: CONJUNTOS <i>FUZZY</i> E RESPECTIVAS INTEGRAIS <i>FUZZY</i> – ESPECIALISTAS.....	196
9.1.26	APÊNDICE 26: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS – REGIÃO A..	198
9.1.27	APÊNDICE 27: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS – REGIÃO B..	204
9.1.28	APÊNDICE 28: <i>DEFUZIFICAÇÃO</i> EM RELAÇÃO A SEPARAÇÃO DA AMOSTRA PELA EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS – REGIÃO C.....	210
10	ANEXOS	216
10.1	ANEXO 1: ATRIBUTOS E RESPECTIVOS INDICADORES DA QUALIDADE PARA USO DO ÓRGÃO GESTOR DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS – ÔNIBUS	217
10.1.1	Disponibilidade.....	218
10.1.1.1	Índice de Regularidade	218
10.1.1.2	Índice de Supressão de Horários.....	219
10.1.1.3	Fator de Cumprimento da Frota.....	220
10.1.2	Acessibilidade	221
10.1.2.1	Distância Média de Caminhada	221
10.1.2.2	Índice de Passageiros por Quilômetro – IPK.....	222

10.1.3	Informação	223
10.1.3.1	Índice de Passageiros por Funcionário.....	223
10.1.4	Rapidez	224
10.1.4.1	Tempo Total de Viagem.....	224
10.1.4.2	Velocidade Média Comercial	225
10.1.4.3	Velocidade Média Operacional	226
10.1.5	Tratamento.....	227
10.1.5.1	Índice de Satisfação dos Passageiros	227
10.1.5.2	Índice de Reclamações.....	228
10.1.6	Conforto	229
10.1.6.1	Área Disponível por Passageiros no Interior do Veículo	229
10.1.6.2	Densidade no Interior do Veículo – Alternativa A	230
10.1.6.3	Densidade no Interior do Veículo – Alternativa B	231
10.1.6.4	Disponibilidade de Assentos.....	233
10.1.6.5	Freqüência de Acelerações Anormais	234
10.1.6.6	Taxa Média de Ocupação	236
10.1.6.7	Conforto Térmico	237
10.1.6.8	Ventilação nos Veículos.....	238
10.1.6.9	Nível de Ruído Interior do Veículo	239
10.1.6.10	Área Disponível no Ponto de Embarque / Desembarque	240
10.1.6.11	Índice de Direitura da Rota	241
10.1.6.12	Índices de Pontos com Abrigo	242
10.1.6.13	Facilidade de Embarque / Desembarque	243
10.1.6.14	Índice de Conforto.....	244
10.1.7	Confiabilidade	245
10.1.7.1	Intervalo Médio.....	245
10.1.7.2	Índice de Pontualidade.....	246
10.1.7.3	Tempo Médio de Espera no Ponto de Parada.....	247
10.1.7.4	Freqüência de Panes	248
10.1.8	Segurança.....	249
10.1.8.1	Freqüência de Acidentes com Passageiros.....	249
10.1.8.2	Freqüência de Acidentes com Terceiros	250
10.1.8.3	Índice de Gravidade de Acidentes com Passageiros	251

10.1.8.4	Índice de Gravidade de Acidentes com Terceiros	252
10.1.8.5	Índice de Idade Média da Frota	253
10.1.8.6	Fator de Utilização de Funcionários.....	254
10.1.8.7	Índice de Utilização do Veículo	255
10.1.9	Impacto Ambiental	256
10.1.9.1	Índice de Poluição Ambiental Provocado pelo Ônibus	256
10.1.10	Modicidade.....	257
10.1.10.1	Índice de Desembolso com Transporte	257
10.1.10.2	Índice de Tarifa Social.....	258

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 2.1 Efeitos da qualidade sobre custos e receitas	40
FIG. 2.2 Evolução da administração	41
FIG. 2.3 Evolução da qualidade.....	46
FIG. 2.4 Princípios da gestão da qualidade, ALVES (2003).....	49
FIG. 2.5 Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo (ISO 9001 (2000) <i>apud</i> MARANHÃO (2001)).....	52
FIG. 2.6 Lacuna entre expectativas e percepções dos consumidores	54
FIG. 2.7 Qualidade <i>versus</i> tamanho e direção da lacuna.....	55
FIG. 2.8 O ciclo da qualidade do sistema de transporte público	56
FIG. 2.9 Modelo expandido de PARASURAMAN <i>et. al</i> (1985) para avaliação da qualidade em serviços de transportes.....	58
FIG. 3.1 Especificação de indicadores, ANTP (2000)	65
FIG. 4.1 Estrutura geral de um sistema de inferência <i>fuzzy</i> típico	76
FIG. 4.2 Conjunto <i>fuzzy</i> associado ao grau de importância (nenhuma - NI, pouca - PI, média - Mdl, muita - MI e total - TI).....	79
FIG. 4.3 Função de pertinência para um subconjunto exato	79
FIG. 4.4 Função triangular	80
FIG. 4.5 Função trapezoidal.....	81
FIG. 4.6 Função sigmóide.....	82

FIG. 4.7 Conjunto <i>fuzzy</i> para o termo lingüístico <i>grande</i> baseado no primeiro critério	84
FIG. 4.8 Conjunto <i>fuzzy</i> para o termo lingüístico <i>grande</i> baseado no segundo critério	85
FIG. 4.9 Conjuntos <i>fuzzy</i> para idade.....	88
FIG. 4.10 Funções de pertinência trapezoidais	89
FIG. 4.11 Expressão contínua	91
FIG. 4.12 Expressão discreta.....	91
FIG. 4.13 Método de <i>defuzificação</i> máximo.....	93
FIG. 4.14 Método de <i>defuzificação</i> média-dos-máximos.....	94
FIG. 4.15 Exemplo no qual o <i>defuzificador</i> M-o-M não faz sentido	94
FIG. 4.16 Analogia para a <i>defuzificação</i> pelo centros-dos-máximos.....	95
FIG. 4.17 Método de <i>defuzificação</i> centro-dos-máximos	96
FIG. 4.18 <i>Defuzificação</i> centro-da-área	97
FIG. 4.19 União lógica dos conjuntos <i>fuzzy</i>	97
FIG. 5.1 Fluxograma do método proposto	103
FIG. 5.2 Estrutura do questionário 1	104
FIG. 5.3 Exemplo de conjunto <i>fuzzy</i> extraído do questionário 1	109
FIG. 5.4 Exemplo de valor <i>defuzificado</i> de acordo com seu estrato – frequência de utilização.....	111
FIG. 5.5 Matriz vetor de possibilidades.....	113

FIG. 5.6 Estrutura do questionário 2	114
FIG. 5.7 Exemplo de conjunto <i>fuzzy</i> extraído a partir de questionário 2	118
FIG. 5.8 Exemplo de valor <i>defuzificado</i> de acordo com seu estrato – grau de experiência	120
FIG. 5.9 Matriz vetor de possibilidades.....	122
FIG. 6.1 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os atributos – Região A	139
FIG. 6.2 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os atributos – Região B	140
FIG. 6.3 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os atributos – Região C	141
FIG. 6.4 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os indicadores – Região A.....	143
FIG. 6.5 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os indicadores – Região B.....	144
FIG. 6.6 Hierarquia <i>fuzzy</i> para os indicadores – Região C.....	146
FIG. 9.1 Conjuntos <i>fuzzy</i> para a região A.....	167
FIG. 9.2 Conjuntos <i>fuzzy</i> para a região B.....	169
FIG. 9.3 Conjuntos <i>fuzzy</i> para a região C.....	171
FIG. 9.4 Conjuntos <i>fuzzy</i> para os especialistas.....	196

LISTA DE TABELAS

TAB. 2.1 Forças e fraquezas de alguns dos pesquisadores da qualidade – Parte 1	36
TAB. 2.2 Forças e fraquezas de alguns dos pesquisadores da qualidade – Parte 2	37
TAB. 2.3 Os quatro principais movimentos da qualidade	47
TAB. 2.4 Itens que compõem a norma ISO 9001:2000	50
TAB. 3.1 Ciclo de vida dos indicadores	66
TAB. 3.2 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 1	68
TAB. 3.3 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 2	69
TAB. 3.4 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 3	70
TAB. 4.1 Diferenças entre a lógica <i>fuzzy</i> e a teoria da probabilidade	72
TAB. 4.2 Evolução das aplicações comerciais e industriais da lógica <i>fuzzy</i>	74
TAB. 4.3 Cálculo da função de pertinência baseado na frequência das respostas dos especialistas	84
TAB. 4.4 Resultado da coleta de dados das opiniões de especialistas por meio de possibilidades	85
TAB. 4.5 Valor da função característica pela teoria clássica	87
TAB. 4.6 Valor da função característica pela teoria <i>fuzzy</i>	87
TAB. 5.1 Escalas de valores utilizadas no questionário 1	106
TAB. 5.2 Critério adotado.....	107

TAB. 5.3 Intervalo numérico para os termos lingüísticos.....	108
TAB. 5.4 Freqüência absoluta.....	108
TAB. 5.5 Números <i>fuzzy</i> mediante normalização das respostas	109
TAB. 5.6 Escalas de valores utilizadas no questionário 2	115
TAB. 5.7 Critério adotado.....	117
TAB. 5.8 Intervalo numérico para os termos lingüísticos.....	117
TAB. 5.9 Freqüência absoluta.....	117
TAB. 5.10 Números <i>fuzzy</i>	118
TAB. 6.1 Região A unificação da amostra e conceito – Passageiros.....	126
TAB. 6.2 Região B unificação da amostra e conceito – Passageiros.....	127
TAB. 6.3 Região C unificação da amostra e conceito – Passageiros.....	127
TAB. 6.4 Região A unificação da amostra e conceito – Especialistas.....	130
TAB. 6.5 Região B unificação da amostra e conceito – Especialistas.....	131
TAB. 6.6 Região C unificação da amostra e conceito – Especialistas	132
TAB. 6.7 Indicadores selecionados para a região A – Cenário 1	133
TAB. 6.8 Indicadores selecionados para a região B – Cenário 1	134
TAB. 6.9 Indicadores selecionados para a região C – Cenário 1	134
TAB. 6.10 Indicadores selecionados para a região A – Cenário 2	135
TAB. 6.11 Indicadores selecionados para a região B – Cenário 2	136

TAB. 6.12 Indicadores selecionados para a região C – Cenário 2	137
TAB. 6.13 Indicadores unânimes para as três regiões	138
TAB. 6.14 Hierarquia dos atributos avaliados – Região A	139
TAB. 6.15 Hierarquia dos atributos avaliados – Região B	140
TAB. 6.16 Hierarquia dos atributos avaliados – Região C	141
TAB. 6.17 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região A	142
TAB. 6.18 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região B – Parte 1	143
TAB. 6.19 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região B – Parte 2	144
TAB. 6.20 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região C	145
TAB. 7.1 Número de indicadores para as três regiões	148
TAB. 9.1 Resposta dos passageiros da região A por meio de questionário – Parte 1	164
TAB. 9.2 Resposta dos passageiros da região A por meio de questionário – Parte 2	164
TAB. 9.3 Resposta dos passageiros da região B por meio de questionário – Parte 1	165
TAB. 9.4 Resposta dos passageiros da região B por meio de questionário – Parte 2	165
TAB. 9.5 Resposta dos passageiros da região C por meio de questionário – Parte 1	166
TAB. 9.6 Resposta dos passageiros da região C por meio de questionário – Parte 2	166

TAB. 9.7 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região A .	173
TAB. 9.8 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região A .	173
TAB. 9.9 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região A .	173
TAB. 9.10 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 4 – Região A	174
TAB. 9.11 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 5 – Região A	174
TAB. 9.12 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região B	175
TAB. 9.13 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região B	175
TAB. 9.14 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região B	175
TAB. 9.15 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 4 – Região B	176
TAB. 9.16 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 5 – Região B	176
TAB. 9.17 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região C	177
TAB. 9.18 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região C	177
TAB. 9.19 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região C	177
TAB. 9.20 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 4 – Região C	178
TAB. 9.21 <i>Defuzificação</i> em relação a frequência de utilização – FU 5 – Região C	178
TAB. 9.22 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 1	187

TAB. 9.23 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 2	188
TAB. 9.24 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 3	189
TAB. 9.25 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 1	190
TAB. 9.26 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 2	191
TAB. 9.27 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 3	192
TAB. 9.28 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 1	193
TAB. 9.29 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 2	194
TAB. 9.30 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 3	195
TAB. 9.31 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região A – Parte 1	198
TAB. 9.32 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região A – Parte 2	199
TAB. 9.33 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região A – Parte 1	199
TAB. 9.34 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região A – Parte 2	200

TAB. 9.35 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região A – Parte 1	200
TAB. 9.36 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região A – Parte 2	201
TAB. 9.37 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região A – Parte 1	201
TAB. 9.38 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região A – Parte 2	202
TAB. 9.39 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 5 – Região A ...	203
TAB. 9.40 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região B – Parte 1	204
TAB. 9.41 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região B – Parte 2	205
TAB. 9.42 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região B – Parte 1	205
TAB. 9.43 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região B – Parte 2	206
TAB. 9.44 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região B – Parte 1	206
TAB. 9.45 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região B – Parte 2	207
TAB. 9.46 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região B – Parte 1	207

TAB. 9.47 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região B – Parte 2	208
TAB. 9.48 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 5– Região B	209
TAB. 9.49 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região C – Parte 1	210
TAB. 9.50 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região C – Parte 2	211
TAB. 9.51 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região C – Parte 1	211
TAB. 9.52 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região C – Parte 2	212
TAB. 9.53 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região C – Parte 1	212
TAB. 9.54 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região C – Parte 2	213
TAB. 9.55 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região C ...	214
TAB. 9.56 <i>Defuzificação</i> em relação ao grau de experiência – GE 5 – Região C ...	215
TAB. 10.1 Padrões para a acessibilidade	221
TAB. 10.2 Capacidade de passageiros em pé por tipo de veículo	230
TAB. 10.3 Capacidade por tipo de veículo.....	231
TAB. 10.4 Padrão de Fruin para a ocupação de espaços	232
TAB. 10.5 Níveis de serviço para usuários em pé nos veículos	232

TAB. 10.6 Níveis de serviço em função da aceleração horizontal dos ônibus	235
TAB. 10.7 Níveis de serviço em função da aceleração vertical dos ônibus	235
TAB. 10.8 Níveis de serviço em função da aceleração dos veículos	236
TAB. 10.9 Níveis de serviço em função da temperatura interna do veículo	237
TAB. 10.10 Níveis de serviço em função da ventilação no veículo	238
TAB. 10.11 Níveis de serviço em função do nível de ruído no interior do veículo...	239
TAB. 10.12 Direitura da rota	241
TAB. 10.13 Índice de abrigos.....	242
TAB. 10.14 Tipo de ônibus x capacidade	244
TAB. 10.15 Níveis de serviço em função do índice de cumprimento da frequência de serviço	245
TAB. 10.16 Índice de confiabilidade com base na pontualidade	246
TAB. 10.17 Níveis de serviço em função do tempo de espera do usuário nos pontos de embarque e desembarque	247

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABREVIATURAS

E/D	Embarque/Desembarque
MIN	Mínimo
min	minuto
MAX	Máximo
nd	Não disponível
pass	Passageiros

SÍMBOLOS

$\sim A$	Complemento de conjunto
\sum	Símbolo <i>fuzzy</i> para denotar uma expressão discreta
\int	Símbolo <i>fuzzy</i> para denotar uma expressão contínua
d^*	Valor <i>defuzificado</i>
μ_A	Grau de pertinência
\cup	União entre conjuntos
\cap	Interseção entre conjuntos
U	Unificação

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional de Transporte Público Urbano
C-o-A	Centro-da-Área
C-o-M	Centros-dos-Máximos
EBTU	Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
EQA	European Quality Assurance
FPNQ	Fundação Prêmio Nacional da Qualidade
f – Mdl	Frequência Relativa do Termo Lingüístico Média Importância
f – MI	Frequência Relativa do Termo Lingüístico Muito Importante
f – NI	Frequência Relativa do Termo Lingüístico Nenhuma Importância
f – PI	Frequência Relativa do Termo Lingüístico Pouca Importância
f – TI	Frequência Relativa do Termo Lingüístico Total Importância
FU	Frequência de Utilização
GdP	Grau de Pertinência
GdC	Grau de Certeza
GE	Grau de Experiência
GQT	Gestão da Qualidade Total
ISO	International Organization for Standardization
MBNQA	Malcolm Baldrige National Quality Award
MdE	Média Experiência
Mdl	Média Importância
MdU	Média Utilização
ME	Muita Experiência
MI	Muita Importância
M-o-M	Média-dos-Máximos
MU	Muita Utilização
NBR	Norma Brasileira
NE	Nenhuma Experiência
NI	Nenhuma Importância
NU	Nenhuma Utilização

PBQP	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade
PDCA	Plan (Planejar), Do (Fazer), Check (Checar), Action (Agir)
PE	Pouca Experiência
PI	Pouca Importância
PNQ	Prêmio Nacional de Qualidade
PU	Pouca Utilização
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SIG	Sistema de Informações Geográficas
TE	Total Experiência
TI	Total Importância
TPUPO	Transporte Público Urbano de Passageiros – Ônibus
TU	Total Utilização

RESUMO

A preocupação por parte das empresas gestoras de sistemas de transporte público urbano de passageiros – ônibus em avaliar as operadoras em relação ao desempenho destes sistemas gera a necessidade de investimentos na gestão da qualidade.

A **evolução da qualidade** tem demonstrado a sua influência no aumento da produtividade e, conseqüentemente, na melhoria de vida das pessoas.

Um ponto central para medir a qualidade de um sistema é empregando **indicadores** para a verificação, ele é um instrumento que permite a percepção de um fenômeno ou de uma condição de modo simplificado, compreensível e comparável. A sua importância também pode ser considerada como um sinal de caráter preventivo.

Esta dissertação propõe, então, um meio de **selecionar indicadores** para servir de auxílio ao órgão gestor do transporte público urbano de passageiros – ônibus, **na gestão da qualidade** com o emprego da **lógica fuzzy** e **questionários** aplicados aos **passageiros** e aos **especialistas**.

O método de seleção de indicadores foi aplicado em três exemplos práticos, sendo cada exemplo com característica diferentes referentes as regiões estudadas. Pela análise, chega-se a conclusão de quais indicadores os especialistas sugerem para avaliação da qualidade de cada região conforme as características e as **possíveis necessidades dos passageiros**, como também quais indicadores os especialistas consideram unânimes para as três regiões.

ABSTRACT

The concern on the part of the managing companies of systems of urban public transport of passengers – bus in evaluating the operators in relation to the performance of these systems generates the necessity of investments in the management of the quality.

The evolution of the quality has demonstrated its influence in the increase of the productivity and, consequently, in the improvement of life of the people.

A central point to measure the quality of a system is using **indicators** for the verification, It is an instrument that allows to the perception of a phenomenon or a condition of simplified form, understandable and comparable. It's importance also can be considered as a signal of preventive character.

This dissertation considers, then, a way to select pointers to serve of aid to the managing agency of the urban public transport of passengers – bus, in the management of the quality with the job of the **fuzzy logic** and **questionnaires** applied to the **passengers** and the **specialists**.

The indicators selection method was applied in three practical examples, being each example with characteristic different referring the regions studies. For the analysis, it is arrived conclusion of which indicators the specialists suggests for the evaluation of the quality of each region the characteristics and the **possible necessities of the passengers**, as also which indicators the specialists consider unanimous for the three regions.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No início da década de 90, começou a surgir uma preocupação por parte das empresas gestoras de sistemas de transporte público urbano de passageiros, com relação ao desempenho destes sistemas. Era fundamental tornar as operadoras do referido sistema competitivas, para enfrentar a disputa pelo mercado e pela própria sobrevivência.

O sistema de transporte por ônibus, no Brasil, não só representa a maior parcela de passageiros transportados como é quase exclusivamente operado pela iniciativa privada (COSTA *et al*, 2001).

A necessidade de avaliação pelo órgão gestor da qualidade dos serviços ofertados pelas operadoras faz-se necessário para tornar o setor competitivo e auto-sustentável, disponibilizando serviços satisfatórios aos passageiros, eficiência operacional e custos compatíveis com a atual realidade econômica conseqüentemente agregando valor ao serviço prestado e possibilitando o aumento da produtividade.

Uma importante maneira para que o transporte público urbano de passageiros tenha vantagem competitiva é a avaliação de seu desempenho, sendo que para tal se faz necessário identificar quais indicadores do sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus deve-se utilizar.

1.2 OBJETIVO

A avaliação de desempenho do transporte público urbano de passageiros é uma etapa importante para a sua melhoria sendo imprescindível identificar quais indicadores devem ser utilizados nesse processo.

Esta dissertação de mestrado tem como objetivo propor um método de seleção de indicadores de qualidade que auxilie o órgão gestor do sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus na escolha daqueles a serem utilizados na avaliação do referido sistema.

Para tal foi utilizada a lógica *fuzzy* por ter como ênfase o seu emprego na análise de dados qualitativos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A proposta de elaboração do trabalho foi motivada pelos fatos da:

- importância do sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus no desenvolvimento das cidades;
- carência de pesquisas e métodos de seleção de indicadores que subsidiem o órgão gestor no gerenciamento da qualidade do sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus;
- maioria das avaliações de desempenho, tais como COSTA (2001), LIMA (1996) e DIBERT (1983), não fazem a seleção dos indicadores para gerenciamento da qualidade do transporte público urbano de passageiros;
- possibilidade de empregar a lógica *fuzzy* no setor de transporte público urbano de passageiros por ônibus na análise dos dados de natureza qualitativa;
- comissão de Qualidade e Produtividade da ANTP ter iniciado e estar estudando o assunto.

A elaboração de um procedimento que sirva como ferramenta de auxílio para a tomada de decisão na seleção de indicadores da qualidade para gerenciamento pelo órgão gestor do transporte público urbano de passageiros, mostra-se relevante para subsidiar as políticas de planejamento de transportes, tanto para a fase de projeto quanto para a fase de operação. Além disso, virá suprir a carência de procedimentos disponibilizados para essa finalidade.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em 7 (sete) capítulos, 28 (dezoito) APÊNDICES e 1 (um) ANEXO. No Capítulo 1, de introdução, procurou-se identificar o problema do transporte público urbano de passageiros, definir o objetivo, justificar o estudo desenvolvido nesta pesquisa e a estrutura da dissertação. O conteúdo de cada capítulo está sumarizado a seguir.

No **Capítulo 2** (Visão Panorâmica da Qualidade) foi efetuada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de qualidade na indústria, no comércio, na prestação de serviços e no setor de transporte público urbano de passageiros.

No **Capítulo 3** (Conceituação Sobre Indicadores) buscou-se fazer uma revisão bibliográfica acerca da definição de indicadores, da identificação dos indicadores da qualidade para transporte público urbano por ônibus, como também a compilação dos mesmos em seus respectivos atributos.

No **Capítulo 4** (Lógica *Fuzzy* – Conceitos Básicos) fez-se uma revisão bibliográfica sobre a lógica *fuzzy* (lógica nebulosa ou matemática difusa) que é a ferramenta utilizada no método proposto para seleção de indicadores da qualidade.

O **Capítulo 5** (Método Proposto) traz a descrição do método proposto.

O **Capítulo 6** (Aplicação do Método Proposto) traz três exemplos práticos de aplicação do método proposto com o objetivo de esclarecer a proposta apresentada no capítulo 5.

O **Capítulo 7** (Conclusões e Recomendações) traz as conclusões da dissertação e recomendações para futuros trabalhos.

Dos **APÊNDICES 1 ao 4** é apresentado o questionário adotado para entrevistar os passageiros.

Os **APÊNDICES 5, 6 e 7** apresentam a coleta de dados das regiões A, B e C em estudo, respectivamente, a partir do questionário aplicado aos passageiros.

Os **APÊNDICES 8, 9 e 10** apresentam os conjuntos *fuzzy* e as respectivas integrais *fuzzy* das regiões A, B e C em estudo, respectivamente, relacionados aos passageiros.

Os **APÊNDICES 11, 12 e 13** apresentam a *defuzificação* das regiões A, B e C em estudo, respectivamente, em relação aos estratos da amostra pela frequência de utilização.

Dos **APÊNDICES 14, ao 21** é apresentado o questionário adotado para entrevistar os especialistas.

Os **APÊNDICES 22, 23 e 24** apresentam a coleta de dados das regiões A, B e C em estudo, respectivamente, a partir do questionário aplicado aos especialistas.

O **APÊNDICE 25** apresenta os conjuntos *fuzzy* e as respectivas integrais *fuzzy* relacionados aos especialistas.

Os **APÊNDICES 26, 27 e 28** apresentam a *defuzificação* em relação aos estratos da amostra das regiões A, B e C em estudo, respectivamente, pelo grau de experiência dos especialistas.

E finalmente, o **ANEXO 1** apresenta um *menu* de indicadores para gestão qualidade para transporte público urbano de passageiros – ônibus.

2 VISÃO PANORÂMICA DA QUALIDADE

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Procura-se, a partir da literatura disponível, definir e caracterizar qualidade. Os conceitos são explorados no contexto geral, em serviços e sempre que possível em serviços de transportes.

2.2 DEFININDO QUALIDADE

Não há concordância em relação a definição de qualidade e muitos anseiam em melhorar o modo de como expressar o que é qualidade.

Pesquisadores tais como CROSBY (1999) e JURAN (1998) tendem a não definir a qualidade em absoluto, mas em usar termos amplos tais como conformidade com as exigências ou adequação ao uso.

Uma detalhada e sistemática atenção, com uma estruturada estratégia da norma de conduta e valia, seja possivelmente a chave para a qualidade. Definir em detalhes é essencial para qualquer política de qualidade: é um guia para decisões prioritárias na implementação de novas tomadas de decisão, é o ponto de partida para o desenvolvimento de serviços padronizados, e é a base para o acompanhamento e evolução de uma empresa.

Com a evolução da qualidade, pesquisadores como CROSBY (1999), JURAN (1998), ISHIKAWA (1995), FEIGENBAUM (1994), DEMING (1990) e TAGUCHI *et al.* (1990) desenvolveram linhas de raciocínio inerentes aos seus estudos. As TAB. 2.1 e TAB. 2.2 mostram os principais aspectos relacionados a esses pesquisadores da qualidade no mundo, sendo que para cada pesquisador citado, procurou-se descrever as forças e as fraquezas.

TAB. 2.1 Forças e fraquezas de alguns dos pesquisadores da qualidade – Parte 1

Pesquisadores da Qualidade	Forças	Restrições
Crosby (1999)	<p>Fornece métodos claros fáceis de seguir.</p> <p>A participação do trabalhador é reconhecida como importante.</p> <p>Forte em explicar a realidade da qualidade e em motivar as pessoas a iniciar o processo de qualidade.</p>	<p>Culpa os trabalhadores pelos problemas de qualidade.</p> <p>Enfatiza <i>slogans</i> e lugares comuns, em vez de reconhecer dificuldades genuínas.</p> <p>O programa defeito zero é visto, às vezes como algo que evita o risco.</p> <p>Insuficiente ênfase em métodos estatísticos.</p>
Juran (1998)	<p>Destaca o papel do consumidor externo e do consumidor interno.</p> <p>Destaca o envolvimento e o comprometimento da administração.</p>	<p>Não se relaciona a outros trabalhos sobre liderança e motivação.</p> <p>Desconsidera a contribuição do trabalhador ao rejeitar iniciativas participativas.</p> <p>Visto como sendo mais forte em sistemas de controle do que nas dimensões humanas das organizações.</p>
Ishikawa (1995)	<p>Ênfase na importância da participação das pessoas no processo de solução de problemas.</p> <p>Oferece um composto de técnicas estatísticas e de orientação para pessoas.</p> <p>Introduz a idéia de círculos de controle da qualidade.</p>	<p>Parte de seu método de solução de problemas é visto como simplista.</p> <p>Não lida adequadamente com a passagem das idéias para a ação nos círculos de qualidade.</p>
Feigenbaum (1994)	<p>Fornece abordagem clara referente ao controle da qualidade total.</p> <p>Enfatiza a importância da administração.</p> <p>Promove participação de todos os funcionários.</p>	<p>Não faz discriminação entre diferentes contextos de qualidade.</p> <p>Não reúne diferentes teorias da administração em um todo coerente.</p>

Adaptado de SLACK *et al.* (2001)

TAB. 2.2 Forças e fraquezas de alguns dos pesquisadores da qualidade – Parte 2

Pesquisadores da Qualidade	Forças	Restrições
Deming (1990)	<p>Fornece lógica sistemática e funcional que identifica estágios da melhoria da qualidade.</p> <p>Enfatiza que a administração antecede à tecnologia.</p> <p>Liderança e motivação são reconhecidas como importantes.</p> <p>Enfatiza o papel dos métodos estatísticos e quantitativos.</p> <p>Reconhece os diferentes contextos do Japão e da América do Norte.</p> <p>Enfatiza a necessidade de deixar de lado os <i>slogans</i> de qualidade.</p>	<p>A abordagem de liderança e motivação é vista por alguns como idiossincrática.</p> <p>Não trata situações políticas ou coercitivas.</p>
Taguchi <i>et al.</i> (1990)	<p>Abordagem que trata a qualidade desde o estágio de projeto.</p> <p>Reconhece a qualidade como assunto da sociedade, além de organizacional.</p> <p>Forte em controle do processo.</p>	<p>De difícil adaptação quando o desempenho é difícil de medir (por exemplo, no setor de serviços).</p> <p>A qualidade é controlada principalmente por especialistas, em vez de gerentes e operários.</p> <p>Considerado, geralmente, fraco para motivar e administrar pessoas.</p>

Adaptado de SLACK *et al.* (2001)

Segundo SLACK *et al.* (2001) e PALADINI (1990), para uma visão geral do conceito de qualidade, pode-se utilizar o trabalho de GARVIN (1992), em função de sua organização e abrangência. GARVIN (1992) categorizou muitas das várias definições em cinco abordagens: transcendental, baseada em manufatura, baseada no usuário, no produto, e a baseada no valor.

1. **abordagem transcendental:** Este tipo de abordagem tem a característica de não ser passível de análise, e sim de provir da experiência. Segundo SLACK *et al.* (2001), a qualidade transcendente está relacionada com a excelência inata. Usando esta abordagem, a qualidade pode ser definida como absoluta – o melhor possível, em termos da especificação do produto ou serviço;

2. **abordagem baseada em manufatura:** A qualidade baseada em manufatura é definida em conformidade com as especificações, o produto ou serviço é produzido dentro do que foi projetado para a linha de produção. O raciocínio utilizado por excelência é produzir da primeira vez um produto que atenda plenamente às suas especificações. Em se tratando de serviços, conformidade significa normalmente exatidão ou cumprimento de prazos. Como exemplo tem-se o cumprimento dos horários da escala de um transporte público;
3. **abordagem baseada no usuário:** Neste tipo de abordagem, a qualidade deve ter como cerne os anseios e expectativas do consumidor. A abordagem adequada ao usuário está associada a maneira de ver, sentir, reagir, própria de cada pessoa, algo altamente subjetivo;
4. **abordagem baseada no produto:** A abordagem baseada no produto vê a qualidade como uma variável passível de medição e até mesmo precisa. Tem-se nesta abordagem a relevância da praticidade do que seja qualidade. A avaliação utilizada fixa um padrão cujas unidades de medidas integram uma escala contínua e bem definida e o produto tende a melhorar a qualidade pela agregação de novas características ou melhoria das atuais;
5. **abordagem baseada no valor:** A abordagem baseada no valor define a qualidade em termos de custos e preço. Deste modo a qualidade de um produto ou serviço está relacionada ao seu desempenho ou conformidade a um preço ou custo aceitável.

2.3 A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE

Conforme foi exposto na subseção 2.2 muitas são as definições e meios de abordagens da qualidade encontradas na literatura. Entretanto três conceitos básicos podem ser associados à qualidade em seu estágio atual:

1. a incorporação dos desejos dos clientes à execução das atividades de uma empresa;
2. a motivação das pessoas pela busca da excelência e da melhoria contínua;
3. a ênfase na gestão dos processos segundo uma visão sistêmica.

Diversos fatores vêm aumentando a importância da qualidade nas atividades das empresas, para as empresas privadas o principal fator de movimentação de melhoria da qualidade tem sido o aumento da competição nos mercados, tanto nacionais quanto internacionais, com a alteração das variáveis de concorrência e a crescente valorização da qualidade como diferencial competitivo.

A concorrência entre as empresas vem aumentando cada vez mais por diversos motivos, dentre eles:

- a globalização da economia com a abertura de mercados internacionais em outras bases competitivas;
- a mudança dos perfis de mercado com clientes mais exigentes e com maior poder de barganha;
- sensíveis reduções de preços em empresas concorrentes, associadas a melhorias de produtividade e redução de custos relativos a desperdícios e re-trabalhos;
- conscientização da mão-de-obra gerando pressões internas nas empresas; maiores exigências quanto a qualidade de vida e desenvolvimento pessoal;
- influência de outros setores e indústrias, criando padrões de excelência que elevam os níveis de expectativa dos clientes em relação ao produto ou serviço;
- desenvolvimento tecnológico;
- aumento das preocupações da sociedade em relação aos impactos sociais das atividades empresariais.

Já nas empresas públicas, a maior conscientização e poder de exigência das pessoas (funcionários, usuários e o poder em geral), vêm apresentando uma relativa preocupação com a função social dos serviços públicos e a melhoria da qualidade de vida, têm feito com que mesmo fora dos mercados competitivos, seja crescente a exigência de melhoria da qualidade.

A grande mudança hoje, tanto na manufatura quanto nos serviços, está associada à valorização pelo cliente da qualidade e ao desafio para as empresas, em atender às exigências de volumes crescentes de demanda.

A FIG. 2.1 apresenta, segundo GUMMESSON (1993), várias maneiras pelas quais os melhoramentos de qualidade podem influir no beneficiamento do desempenho de uma empresa, seja de produtos ou de serviços. A maior qualidade tem um efeito benéfico tanto sobre receitas como sobre custos. Os dois contribuintes

da lucratividade podem ser melhorados pela qualidade mais alta. As receitas podem ser incrementadas por melhores vendas e por preços mais altos no mercado. Ao mesmo tempo, os custos podem ser reduzidos pela melhor eficiência, produtividade e uso do capital.

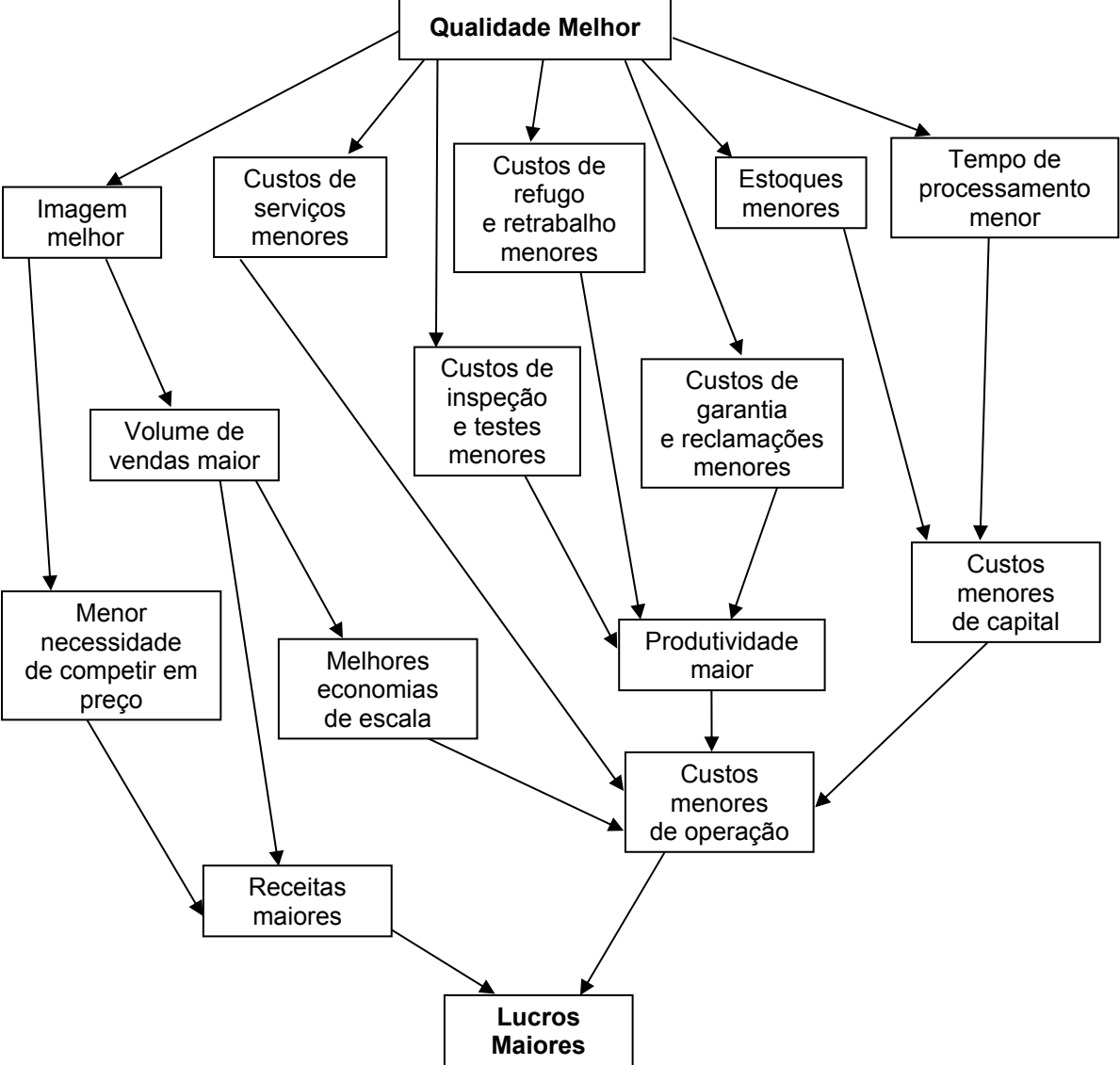


FIG. 2.1 Efeitos da qualidade sobre custos e receitas

2.4 A EVOLUÇÃO DA QUALIDADE

A administração vem passando ao longo dos anos por uma evolução que, segundo DAVIS e MANRODT (1991), pode ser agrupada nas seguintes cinco eras, como mostras a FIG. 2.2.: Produção, Distribuição, Marketing, Qualidade e Serviço.

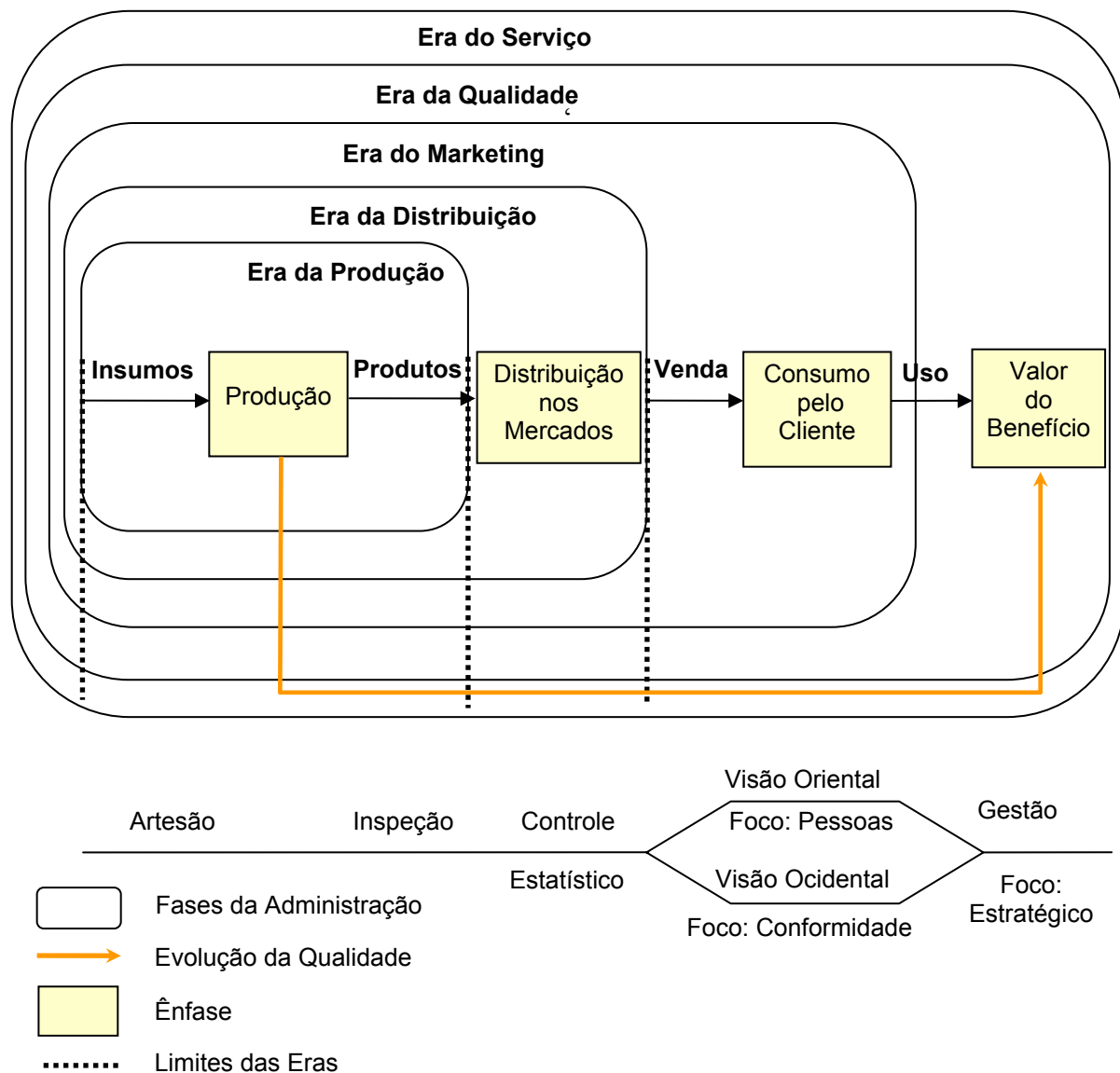


FIG. 2.2 Evolução da administração

A primeira era teve origem antes da Revolução Industrial, quando os processos produtivos existentes não apresentavam características industriais. O artesão detinha o conhecimento de todas as partes do processo produtivo, desde a aquisição da matéria-prima até a confecção do produto final. O controle de qualidade era exercido por dois agentes totalmente intrínsecos ao sistema: o artesão e o próprio cliente, porque se fazia necessário testar o produto antes da aquisição propriamente dita pelo cliente.

Com o advento da Revolução Industrial, a ênfase esteve concentrada na produção em massa e na implementação de conceitos como especialização do trabalho, padronização das atividades e utilização de linhas de montagem. Com o início desta nova era de produção, surgiu a figura do supervisor, responsável pelo controle de qualidade.

Durante este período, com a especialização do trabalho, o inspetor era responsável pela qualidade do trabalho, e tanto os operários quanto os mestres (que forneciam as ferramentas de corte apropriadas, verificavam se o trabalho estava no rumo certo e se os cortes estavam sendo feitos na parte certa da peça) tinham que cuidar para que o trabalho fosse acabado conforme o solicitado pelo inspetor.

A segunda fase foi a de resolução dos problemas de acessibilidade dos clientes aos resultados da produção, os esforços empresariais começaram a se direcionar principalmente para a criação e expansão de canais de comercialização e de distribuição dos produtos – a fase de expansão dos mercados (DAVIS e MANRODT (1991)).

O Marketing surgiu então como a terceira fase das mudanças ocorridas no enfoque da administração. As organizações na busca pela sobrevivência acabam por descobrir a importância do marketing e passaram a se orientar pelas necessidades e exigências do mercado, utilizando os desejos dos clientes como subsídios para o planejamento da produção, direcionada para consumos de massa.

Na quarta era, a da qualidade, segundo CAMPOS (1992), a administração da produção de produtos e serviços têm como cerne a satisfação dos clientes, visando desse modo garantir a sobrevivência das empresas por meio do lucro contínuo adquirido pelo domínio da qualidade.

DAVIS e MANRODT (1991) identificaram uma nova fase, denominada como a fase dos serviços, posterior a era da qualidade.

PORTER (1990) afirma que mundialmente a demanda por serviços cresce em quantidade, qualidade e sofisticação, sendo um setor muito importante nas economias avançadas, junto com os setores de transportes, de turismo e de seguro, que foram os primeiros a participarem de mercados com dimensões internacionais.

Nesta nova fase, segundo DAVIS e MANRODT (1991), quatro conceitos assumem grande importância para as empresas:

1. a habilidade de distribuir serviços com ou sem bens físicos;
2. o foco no processo de entrega do produto e não no projeto do produto;
3. o desenvolvimento de uma orientação empresarial dupla, levando em conta não somente o produto mas também o serviço associado;
4. e a agilidade de respostas da organização por meio de diagnósticos da linha de frente, junto ao cliente, em vez de planejamento centralizado.

Sabe-se que parte do conhecimento referente à qualidade, aplicado em manufatura, pode ser empregado na esfera de serviços, havendo contudo, peculiaridades variantes, como: a interação dos clientes com as operações nos chamados *momentos da verdade* (NORMAN (1984) *apud* LIMA Jr. (1995)); as dimensões e atributos importantes para serviços (ZEITHAML *et al.* (1990)); e a influência da expectativa e da percepção do desempenho de serviço como condicionante de qualidade (PARASURAMAN *et al.* (1985)).

A qualidade de serviços pode ser classificada em três linhas básicas, a partir dos estudos desenvolvidos e as ações praticadas (LIMA Jr. (1995)).

A primeira teve origem em meados da década dos setentas com o marketing de serviços e está baseada na qualidade percebida pelo cliente (GRÖNROOS (1990) e ZEITHAML *et al.* (1985)).

A segunda possui um foco imediato ao anterior, está voltada para os incidentes críticos no relacionamento entre os clientes e os serviços e baseada na importância da interação entre pessoas nos serviços (NORMAN (1984), ALBRETCH *et al.* (1990), DAVIDOW e UTTAL (1991), CZEPIEL *et al.* (1986)).

Por último, há empresas e pesquisadores do campo de operações de serviços que merecem destaque: HILL (1991), ROSANDER (1989), FITZSIMMONS e SULLIVAN (1982), porque tratam o problema da qualidade de serviços, sob o enfoque do controle e da garantia, de modo semelhante ao da manufatura.

As preocupações associadas à administração dos transportes e à obtenção de melhorias a partir da gestão dos sistemas só começa a ser consolidada a partir da década de cinquenta (BOWERSOX *et al.* (1986) *apud* LIMA Jr. (1995)). Foi naquela época que os transportes públicos adquiriram estruturas operacionais e administrativas semelhantes aos da década dos setentas (BRANCO, 1981 *apud* LIMA Jr., 1995).

A qualidade dos serviços de transportes, tanto de cargas quanto de passageiros, era considerada como um condicionante do processo a ser atendido, mas atualmente as abordagens enfocam a qualidade como dimensão estratégica e competitiva.

O norte-americano TOFLER (1995) dividiu a história econômica em três ondas: A primeira, pré-revolução industrial, em que a produção se destinava ao consumo de quem produzia; a segunda, quando o homem descobriu que podia fabricar mais calçado do que a quantidade de pés em sua cidade; e a terceira, em que as relações econômicas são influenciadas pela informática.

Na Primeira Onda, as pessoas consumiam o que elas mesmas produziam, então, não eram nem produtores e nem consumidores – eram o que, se poderia chamar de *prossumidores*.

No início da Segunda Onda passou-se de uma sociedade agrícola baseada em produção para uso – uma economia de *prossumidores*, por assim dizer – para uma sociedade industrial baseada em produção para troca. Entre o produtor e o consumidor, existia uma separação preenchida pelo mercado ou rede de intercâmbio (os intermediários).

O mundo pós-moderno está dando início ao impacto da terceira onda, a onda do serviço, que vem em substituição à primeira e à segunda ondas – industrial e de agricultura, respectivamente.

No setor de serviços, as preocupações com a qualidade são mais recentes que na manufatura. Na literatura, por exemplo, só são encontrados trabalhos específicos de qualidade em serviços a partir da década de setenta (LIMA Jr., 1995).

“...no caso de transporte urbano, a preocupação com os benefícios gerados aos usuários ainda é incipiente, sendo a qualidade ainda encarada com fator condicionante e não objetivo. Nesses casos a preocupação é preponderante e praticamente única.” (LIMA Jr., 1995).

A FIG. 2.3 apresenta, segundo MACÁRIO (2003), como a qualidade evoluiu desde 1920 até 2000, demonstrando as várias implementações sofridas desde o controle da qualidade relacionado à inspeção até a busca da fidelidade dos clientes em massa. A TAB. 2.3 destaca os principais movimentos da qualidade, segundo GARVIN (1992).

Evolução da Qualidade

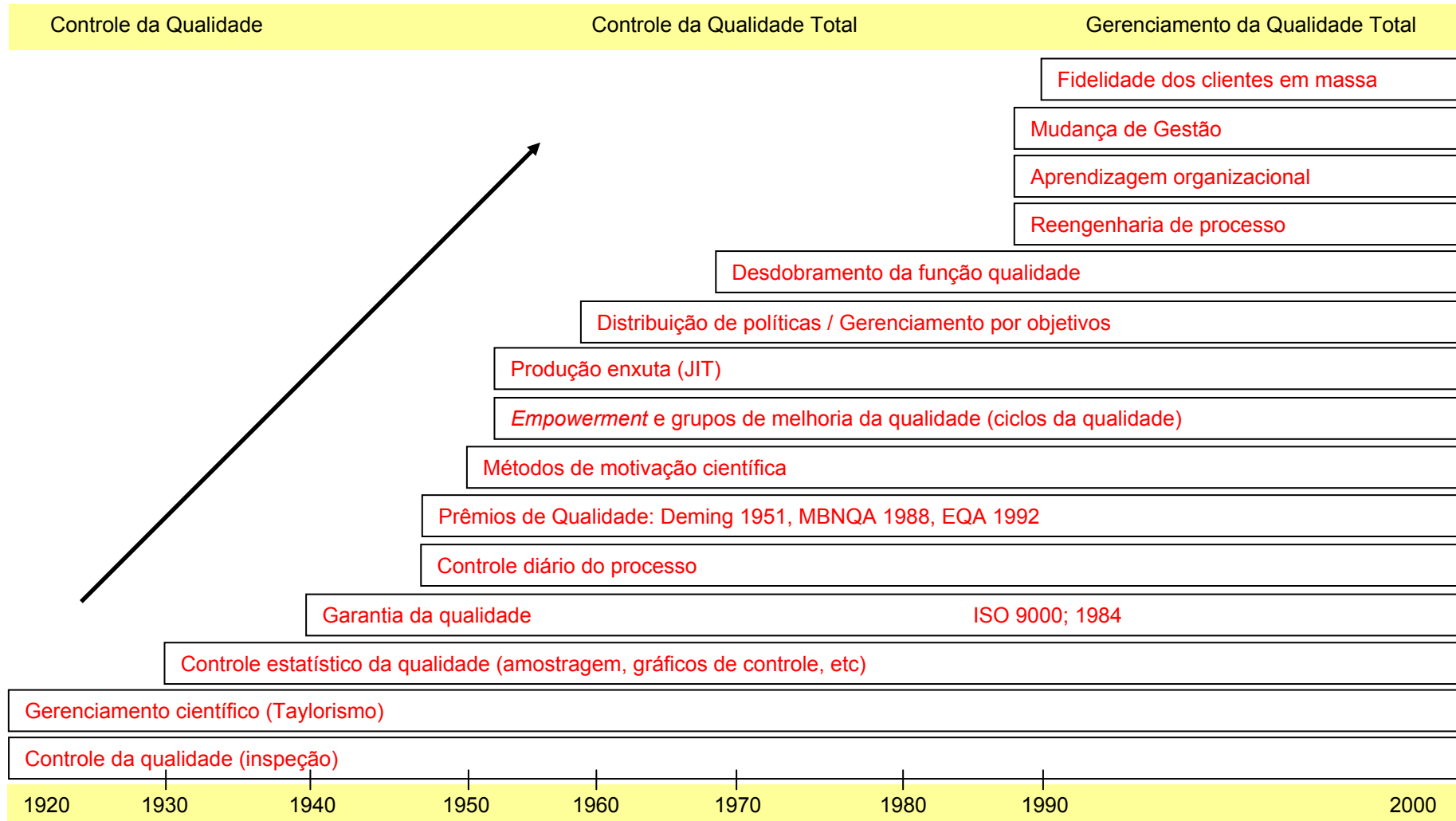


FIG. 2.3 Evolução da qualidade

TAB. 2.3 Os quatro principais movimentos da qualidade

Identificações de Características	Etapa do Movimento da Qualidade			
	1. Inspeção	2. Controle estatístico da qualidade	3. Garantia da qualidade	4. Gestão Estratégica da Qualidade
Preocupação básica	verificação	controle	coordenação	impacto estratégico
Visão da qualidade	um problema a ser resolvido	um problema a ser resolvido	um problema a ser resolvido, mas que seja enfrentado proativamente	uma oportunidade de concorrência
Ênfase	uniformidade do produto	uniformidade do produto com menos inspeção	toda a cadeia de produção, desde o projeto até o mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais, especialmente os projetistas, para impedir falhas de qualidade.	as necessidades de mercado e do consumidor
Métodos	instrumento de medição	instrumentos e técnicas estatísticas	programas e sistemas	planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e a mobilização da organização
Papel dos profissionais da qualidade	inspeção, classificação, contagem e avaliação	solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	mensuração da qualidade, planejamento da qualidade e projeto de programas	estabelecimento de objetivos, educação e treinamento, trabalho consultivo com outros departamentos e delineamento de programas
Quem é responsável pela qualidade	o departamento de inspeção	os departamentos de produção e engenharia	todos os departamentos, embora a gerência só se envolva periféricamente com o projeto, o planejamento e a execução das políticas da qualidade	todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e abordagem	<i>inspeciona</i> a qualidade	<i>controla</i> a qualidade	<i>constrói</i> a qualidade	<i>gerencia</i> a qualidade

Fonte: GARVIN (1992)

2.5 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE COM BASE NAS NORMAS DA FAMÍLIA ISO 9000:2000

As normas da família NBR ISO 9000 foram desenvolvidas para apoiar organizações, de todos os tipos e tamanhos, na implementação e operação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ) eficazes. Foram criadas em 1987, revisadas pela primeira vez em 1994, passando por nova revisão em 2000. São elas:

- **NBR ISO 9000:2000** – Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário;
- **NBR ISO 9001:2000** – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;
- **NBR ISO 9004:2000** – Sistemas de gestão da qualidade – Diretrizes para melhoria do desempenho.

A NBR ISO 9000 (ABNT, 2000) *apud* ALVES (2003) descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para estes sistemas. Além da estrutura formal dos Sistemas de Gestão da Qualidade, que já existiam desde a primeira publicação, a ISO 9000 versão 2000 baseia-se em oito princípios de qualidade, fazendo com que, além de suas vantagens estruturais, a norma se alinhe aos critérios de excelência de prêmios como o Prêmio Nacional de Qualidade (PNQ) e o Malcom Baldrige National Quality Award (MBNQA) (MARANHÃO, 2001). Estes oito princípios estão enumerados a seguir.

1. **foco no cliente:** organizações dependem de seus clientes e, portanto, é recomendável que atendam às necessidades atuais e futuras do cliente, os seus requisitos e procurem exceder as suas expectativas;
2. **liderança:** líderes estabelecem a unidade de propósito e o rumo da organização. Convém que eles criem e mantenham um ambiente interno, no qual as pessoas possam estar totalmente envolvidas no propósito de atingir os objetivos da organização;
3. **envolvimento de pessoas:** pessoas de todos os níveis são a essência de uma organização, e seu total envolvimento possibilita que as suas habilidades sejam usadas para o benefício da sua organização;

4. **abordagem de processo:** um resultado desejado é alcançado mais eficazmente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo;
5. **abordagem sistêmica para a gestão:** identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados como um sistema contribui para a eficácia e eficiência da organização no sentido desta atingir os seus objetivos;
6. **melhoria contínua:** convém que a melhoria contínua do desempenho global da organização seja seu objetivo permanente;
7. **abordagem factual para tomada de decisão:** decisões eficazes são baseadas na análise de dados e informações;
8. **benefícios mútuos nas relações com os fornecedores:** uma organização e seus fornecedores são interdependentes, e uma relação de benefícios mútuos aumenta a capacidade de ambos em agregar valor.

Os oito princípios de gestão da qualidade (FIG. 2.4) formam a base para as normas de sistema de gestão da qualidade da família NBR ISO 9000:2000.

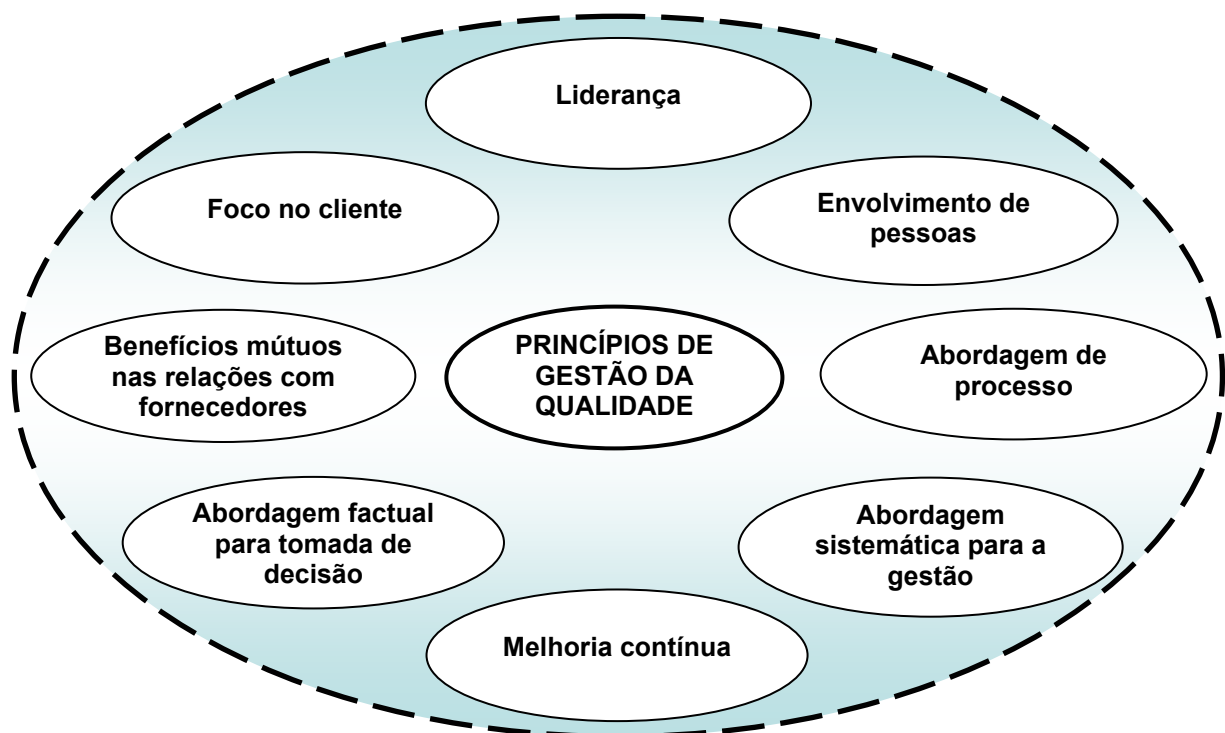


FIG. 2.4 Princípios da gestão da qualidade, ALVES (2003)

A NBR ISO 9001 (ABNT, 2000) especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para

fornecer produtos que atendam os requisitos do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis, e objetiva aumentar a satisfação do cliente. Na TAB. 2.4 são apresentados os itens que compõem essa norma.

TAB. 2.4 Itens que compõem a norma ISO 9001:2000

Seção	Itens
0	Introdução
0.1	Generalidades
0.2	Abordagem de processo
0.3	Relação com a NBR ISO 9004
0.4	Compatibilidade com outros sistemas de gestão
1	Objetivo
1.1	Generalidades
1.2	Aplicação
2	Referência normativa
3	Termos e definições
4	Sistema de gestão da qualidade
4.1	Requisitos gerais
4.2	Requisitos de documentação
5.1	Comprometimento da direção
5.2	Enfoque no Cliente
5.3	Política da qualidade
5.4	Planejamento
5.5	Responsabilidade, autoridade e comunicação
5.6	Análise crítica pela direção
6.1	Provisão de recursos
6.2	Recursos humanos
6.3	Infra-estrutura
6.4	Ambiente de trabalho
7.1	Planejamento da realização do produto
7.2	Processos relacionados a clientes
7.3	Projeto e desenvolvimento
7.4	Aquisição
7.5	Produção e fornecimento de serviço
7.6	Controle de dispositivos de medição e monitoramento
8.1	Medição, análise e melhoria – Generalidades
8.2	Medição e monitoramento
8.3	Controle de produto não-conforme
8.4	Análise de dados
8.5.1	Melhoria contínua
8.5.2	Ação corretiva
8.5.3	Ação preventiva

Fonte: ABNT (2000) *apud* ALVES (2003)

Sendo a norma ISO 9001, a única de caráter contratual, torna-se interessante fazer uma análise de suas seções com a finalidade de apresentar os pontos de interesse, na busca da melhoria da qualidade nas empresas com o emprego desta tão renomada norma. Esta norma é composta por 9 seções, sendo que as seções 0, 1, 2 e 3 não possuem requisitos. Apresenta-se a seguir uma síntese de cada seção (ANHOLON (2003)):

- Seção 0 (Introdução): Esta seção apresenta a série ISO 9000, estabelece a importância da abordagem por processos, estabelece as normas ISO 9001 e ISO 9004 como um par consistente, faz o alinhamento da norma ISO 9001 com a norma ISO 14001, etc.
- Seção 1 (Objetivos): Nesta seção são traçadas as finalidades da norma ISO 9001 e a generalidade dos requisitos (validade para qualquer organização).
- Seção 2 (Referências Normativas): Ela faz remissiva à norma ISO 9000.
- Seção 3 (Termos e Definições): Estabelece a terminologia contratual da cadeia produtiva básica, isto é, as partes diretamente interessadas no negócio. Estabelece os termos Fornecedor, Organização e Cliente para que se possa compreender o termo Contrato (obrigações bilaterais entre Cliente e Organização e escopo de aplicação dos requisitos do SGQ).
- Seção 4 (Sistema de Gestão da Qualidade): A seção 4 trata da estrutura do SGQ e de sua documentação. A norma ISO 9001 estabelece como documentação obrigatória o Manual da Qualidade e procedimentos que descrevam como ocorre o controle de documentos, o controle de registro, o controle de produtos não conforme, as auditorias da qualidade, as ações corretivas e as ações preventivas.
- Seção 5 (Responsabilidade da Direção): Define as responsabilidades da direção e autoridades correlatas. Nesta seção, a norma exige que seja estabelecido e demonstrado o compromisso da alta direção com o SGQ implantado, além de estabelecer o foco no cliente, a disseminação da política da qualidade, a importância da comunicação interna, as análises críticas sobre o SGQ, etc.
- Seção 6 (Gestão de Recursos): Ela trata do provimento dos recursos necessários para que os objetivos da qualidade estabelecidos na seção 5 sejam alcançados. São considerados três tipos de recursos: recursos humanos, infra-

estrutura (instalações, equipamentos, etc) e ambiente de trabalho (clima de relacionamento interpessoal).

- Seção 7 (Realização do Produto): Trata da realização da atividade fim da organização, isto é, dos processos operacionais de realização dos produtos ou provimento dos serviços para os quais ela se estruturou nas seções 4, 5 e 6.
- Seção 8 (Medição, Análise e Melhoria): Trata da medição, da análise do produto realizado e das melhorias contínuas do SGQ. Ela estabelece que a medição pode ser feita sobre a satisfação dos clientes, produtos, processo e auditorias da qualidade.

À exceção da seção 4, as seções 5, 6, 7 e 8 da norma ISO 9001 foram estruturadas para condicionar à gestão das organizações um ciclo lógico de melhorias contínuas. Pela FIG. 2.5, pode-se perceber a intenção da norma em estabelecer funções afins em cada seção, formando blocos lógicos de gestão (ANHOLON, (2003)).

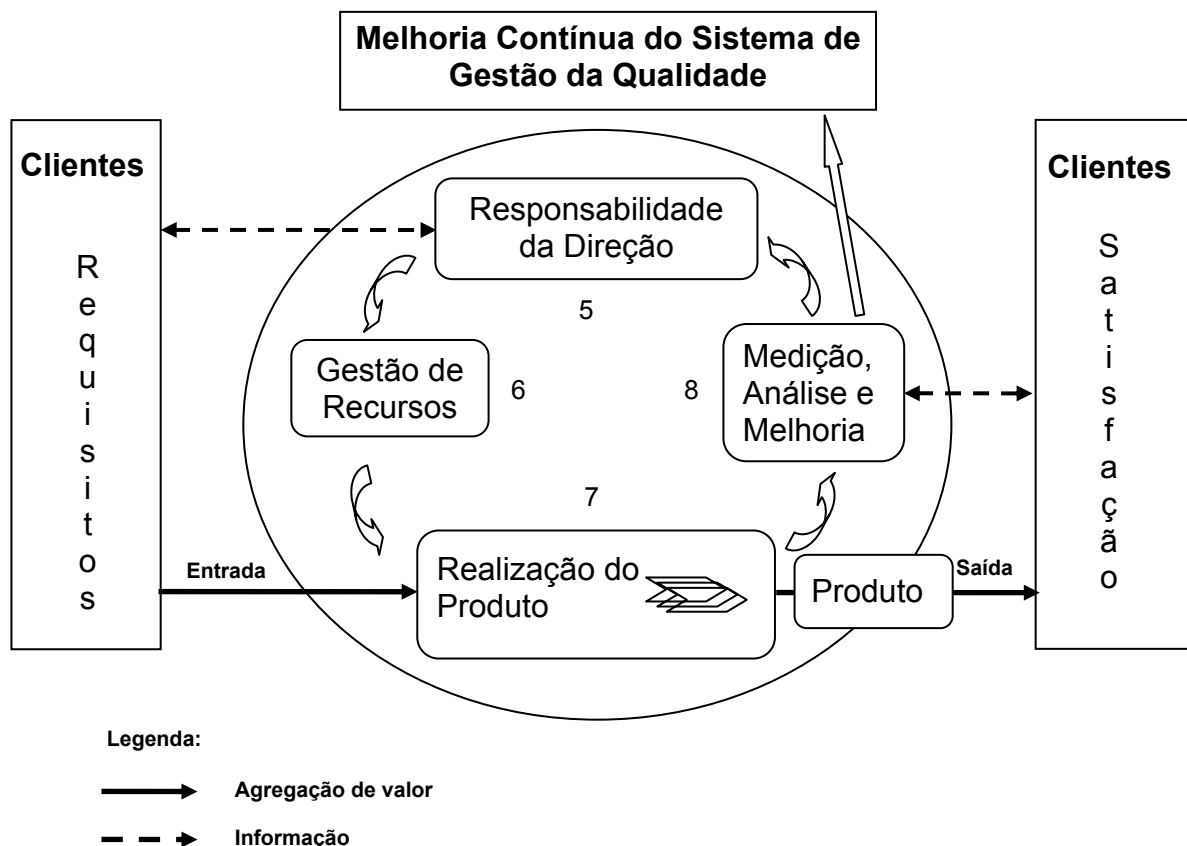


FIG. 2.5 Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo (ISO 9001 (2000) *apud* MARANHÃO (2001))

A NBR ISO 9004 (ABNT, 2000) fornece diretrizes que consideram tanto a eficácia como a eficiência do sistema de gestão da qualidade e tem o objetivo de melhorar o desempenho da organização e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas (ALVES (2003)).

A implantação de um sistema de gestão da qualidade baseado nas normas da família ISO 9000:2000 requer o atendimento a uma série de requisitos, que uma vez atendidos, poderão:

- beneficiar as organizações pela orientação de suas ações na direção da melhoria contínua, garantindo benefícios para os clientes, acionistas, fornecedores, comunidades locais e para a sociedade como um todo, mediante a aplicação dos oito princípios de gestão da qualidade definidos na norma NBR ISO 9000:2000, conforme FIG. 2.4;
- possibilitar a avaliação da capacidade da organização de atender os requisitos do cliente, os regulamentares e os da própria organização, visto que a norma NBR ISO 9001:2000 pode ser usada por partes internas ou externas, incluindo organismos de certificação;
- influir no desempenho e competitividade no mercado, por meio da adoção da NBR ISO 9004:2000 (em conjunto com a ISO 9001:2000), que visa a eficácia e a eficiência da organização.

A adoção dessas normas deve ser encarada como um guia que permite melhor gestão do sistema e previne a ocorrência de problemas em projetos, fabricação e serviços.

2.6 EXPECTATIVAS E PERCEPÇÕES DE QUALIDADE

Especificamente na literatura de serviços são identificados três aspectos importantes voltados para a qualidade neste setor (ZEITHAML *et al.* (1985)):

- qualidade de serviços é mais difícil de ser avaliada pelos clientes de que a qualidade de produtos, principalmente devido a sua intangibilidade;
- a percepção da qualidade de serviço resulta da comparação das expectativas dos consumidores com o desempenho do serviço utilizado;

- a avaliação da qualidade de serviço tem que levar em conta o resultado do serviço bem como o processo de prestação de serviço.

Segundo BARRY (1991) *apud* SLACK *et al.* (2001), a visão de qualidade da operação preocupa-se com tentar atingir as expectativas dos consumidores. A visão de qualidade do consumidor é o que ele percebe ser o produto ou serviço. Para criar uma visão unificada, qualidade pode ser definida como o grau de adequação entre as expectativas dos consumidores e a percepção deles do produto ou serviço.

Para SLACK *et al.* (2001) o resultado da comparação de suas expectativas sobre o produto ou serviço com suas percepções de como ele desempenha permite verificar a visão do consumidor, ou seja, a satisfação do cliente em relação ao produto ou serviço ofertado (FIG. 2.6).

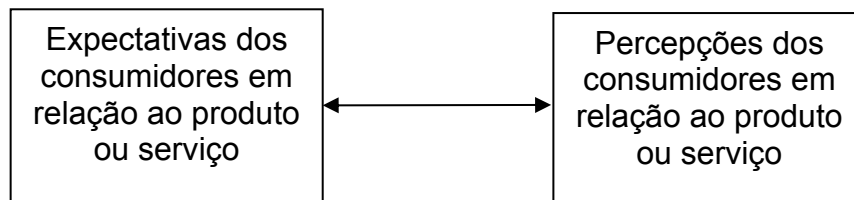


FIG. 2.6 Lacuna entre expectativas e percepções dos consumidores

Caso a percepção do consumidor em relação ao produto ou serviço tenha sido melhor do que a esperada, então o consumidor está satisfeito e a qualidade é percebida como sendo alta. Se o produto ou serviço foi percebido abaixo das expectativas do consumidor pode-se dizer que há insatisfação por parte do consumidor (qualidade é dita como baixa). Quando o produto ou serviço corresponde às expectativas do consumidor, o produto ou serviço tem qualidade aceitável. A FIG. 2.7 ilustra as abordagens da qualidade do produto ou serviço resultante do tamanho e direção da lacuna entre expectativa e percepção do consumidor, na visão de SLACK *et al.* (2001).

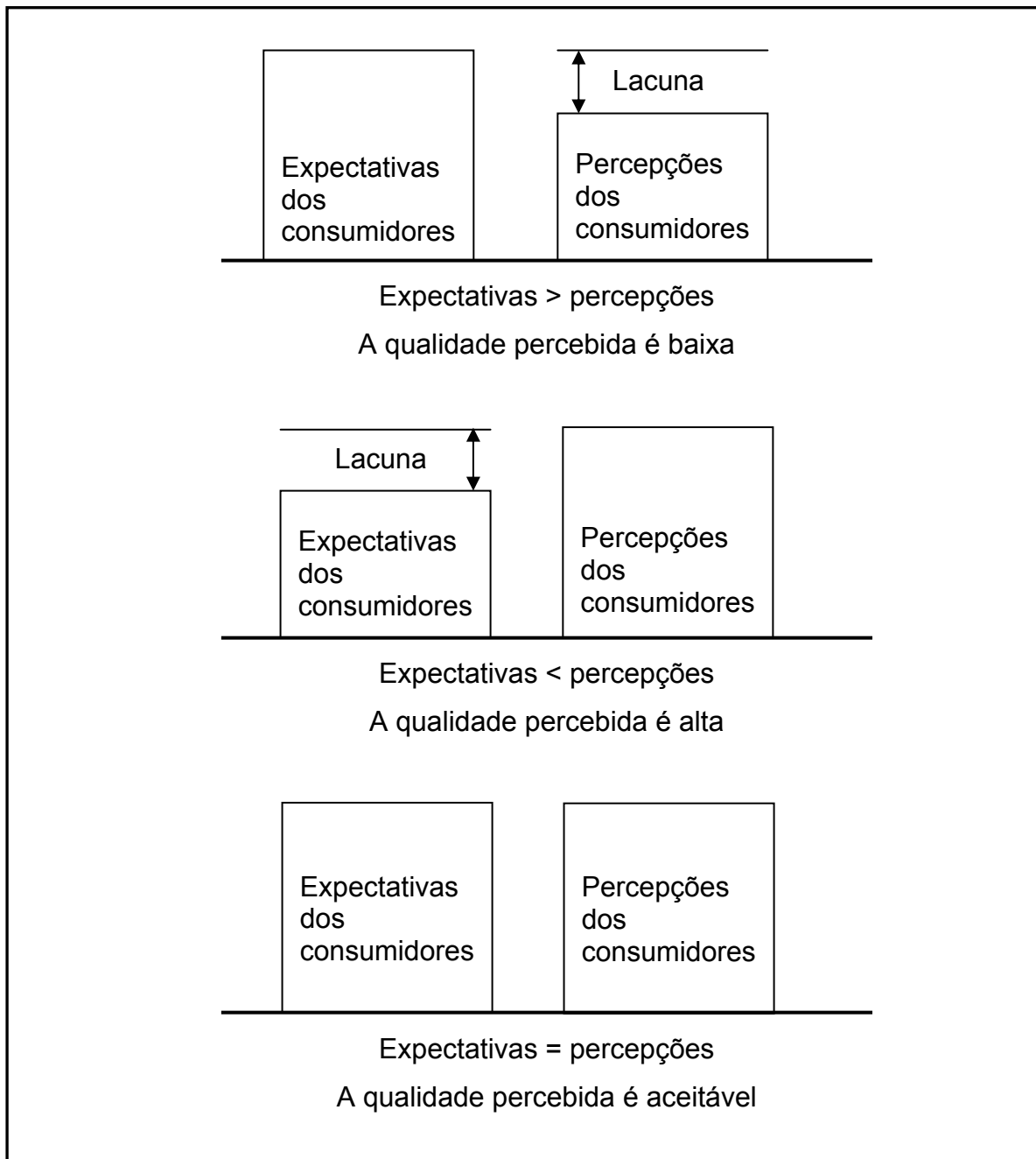


FIG. 2.7 Qualidade *versus* tamanho e direção da lacuna

MACÁRIO (2003) apresenta em seu trabalho o ciclo da qualidade que envolve as expectativas e percepções dos consumidores relacionados ao transporte público urbano, FIG. 2.8.

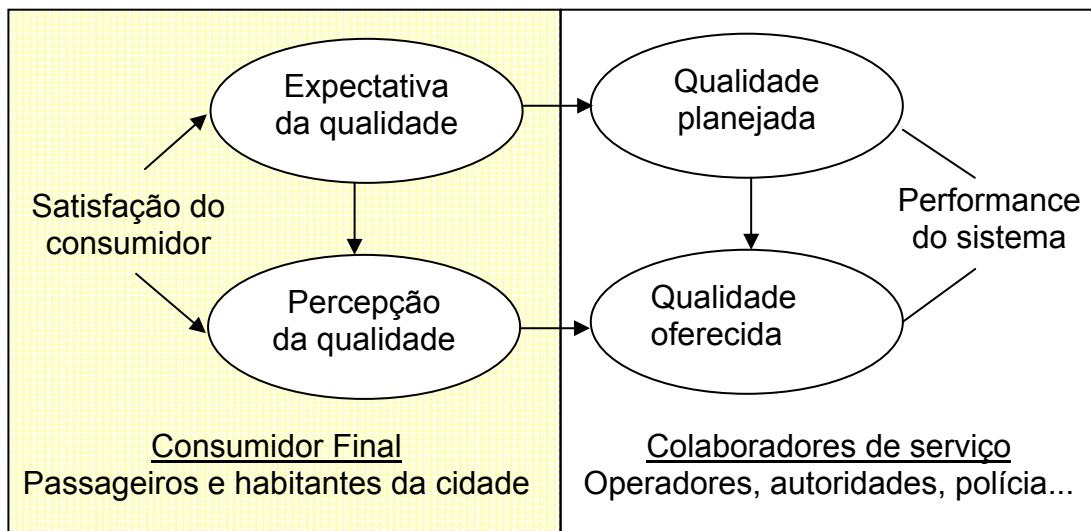


FIG. 2.8 O ciclo da qualidade do sistema de transporte público

O ciclo da qualidade é baseado em quatro fatores de nível distinto:

- **expectativa da qualidade:** este é o nível da qualidade exigido pelo cliente. Pode ser definido nos termos de expectativas explícitas e implícitas.
- **qualidade planejada:** este é o nível da qualidade que o empreendimento do transporte aponta fornecer para seus passageiros. Deve ser definida na base do nível da qualidade esperada pelos passageiros, as pressões externas e internas, as restrições orçamentárias, e o desempenho da concorrência / mercado.
- **qualidade oferecida:** este é o nível da qualidade que é conseguida com base no cotidiano em circunstâncias operações normais. A suspensão do serviço, caso haja falha do empreendimento ou não, são levados em consideração.
- **percepção da qualidade:** este é o nível da qualidade percebido por passageiros durante suas viagens.

Este ciclo é uma ferramenta que pode ser usado no nível da área urbana, cobrindo todos os sistemas do transporte público (autoridades, operadores) e também como uma ferramenta de gerência, no que tange a uma rota / linha.

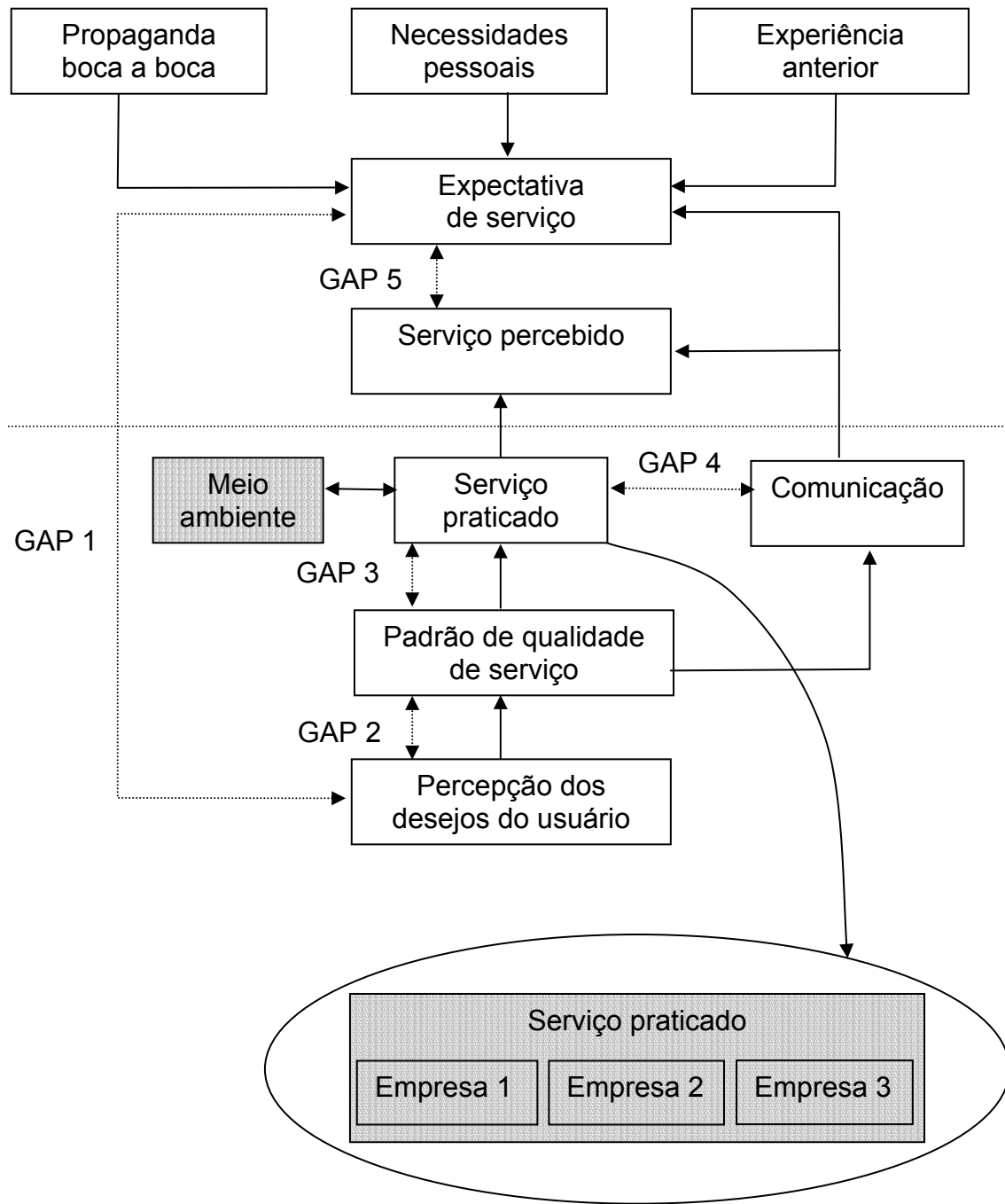
Algumas particularidades diferenciam as atividades do setor de transportes dos demais setores. Dentre elas pode-se destacar:

- a identificação dos clientes dos processos;
- as diferenças entre tratar qualidade na oferta direta do serviço ao cliente e na entrada do processo com aquisição dos insumos necessários à produção do serviço;

- a minimização dos impactos ao meio ambiente já que é uma atividade inerente e como balancear o nível de qualidade em todos os componentes da cadeia logística (transporte, armazenagem, terminais) ou da prestação de serviço (prefeitura, operadora urbana, estado de vias) para obter bom desempenho de determinado atributo para o usuário.

Algumas particularidades diferenciam as atividades do setor de transportes dos demais setores. Dentre elas pode-se destacar a identificação dos clientes dos processos, as diferenças entre tratar qualidade na linha de frente e na retaguarda, como minimizar os impactos do meio ambiente sobre a qualidade do serviço já que é uma atividade itinerante e com balancear o nível de qualidade em todos os componentes da cadeia logística (transporte, armazenagem, terminais) ou da prestação de serviço (prefeitura, operadora urbana, estado das vias) para obter um bom desempenho de determinado atributo para o usuário (LIMA Jr. (1995)).

Por estes motivos LIMA Jr. (1995) expandiu o modelo proposto por PARASURAMAN (1985) com a inserção de dois pontos, o meio ambiente e a interação com outros participantes da rede de atividades em que está inserido, conforme a FIG. 2.9.



□ Modelo de PARASUNAMAN *et al.* (1985)

■ Expansão sugerida por LIMA Jr. , O. F., 1995

FIG. 2.9 Modelo expandido de PARASURAMAN *et al.* (1985) para avaliação da qualidade em serviços de transportes

2.7 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Ao longo do tempo, a qualidade vem evoluindo no intuito de dispor cada vez mais de melhor aparato para a gestão empresarial, pôde-se perceber que desde a produção artesanal já havia preocupação na satisfação do cliente em relação ao produto produzido.

A qualidade, deste modo, corresponde a diferença entre as expectativas e as percepções do serviço prestado, sendo dependente da identificação dessas expectativas e da especificação do serviço ou produto produzido.

3 CONCEITUAÇÃO SOBRE INDICADORES

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Existem diferentes definições para o significado de um indicador. Desde as mais simples, que o consideram como um parâmetro que fornece as informações sobre um dado fenômeno, até aquelas que atribuem significados ampliados e representatividades específicas de um fenômeno. De qualquer modo ele é um instrumento que deve permitir a percepção de um dado fenômeno ou de uma condição de modo simplificado, compreensível e comparável. A sua importância também pode ser encarada como um sinal antecipativo de algum tipo de ocorrência, ressaltando o seu caráter preventivo. Pode-se, assim, constatar algumas características dos indicadores que são essenciais na percepção do potencial que podem oferecer. Dentre elas, transparece a sua origem em dados estatísticos, o seu caráter de síntese de informações complexas, a sua função particular de detectar fenômenos antecipadamente e a sua característica de ser facilmente compreensível por seus usuários.

Na concepção da palavra, indicadores são guias que nos permitem medir a eficácia do sistema, bem como medir os desvios entre o programado e o realizado. Por meio dos indicadores é possível fazermos comparações ao longo do tempo, com relação a dados internos e externos.

Segundo FIGUEIREDO (1997 e 1996), indicador é uma função que permite obter informações sobre características, atributos e resultados de um produto, sistema ou processo, ao longo do tempo.

Para TADASHI (1996), o conceito de indicador está associado a um modelo e a uma variável aleatória em função do tempo. Portanto, ele define indicadores como meios de representação quantificáveis de características de produtos e de processos utilizados para acompanhar e melhorar os resultados ao longo do tempo.

3.2 TIPOS DE INDICADORES

Segundo KARDEC (2002), os indicadores podem ser divididos em índices, coeficientes, taxas, parâmetros e porcentagem.

Índice: tudo aquilo que indica ou denota alguma qualidade ou característica especial. A seguir exemplo:

- índices de manutenção: são relações entre duas ou mais grandezas provenientes de dados levantados sobre diversas variáveis das equipes de manutenção, das máquinas, dos valores envolvidos, dos materiais e de sobressalentes, entre outros. Servem para medir o desempenho das máquinas e capacitação técnica dos elementos humanos, bem como as conseqüências financeiras, administrativas e organizacionais sobre os processo produtivos.

Coeficiente: propriedade que tem algum corpo ou fenômeno de poder ser avaliado numericamente. A seguir alguns exemplos de coeficientes:

- coeficiente de aproveitamento.
- coeficiente de atrito.

Taxa: é a relação entre duas grandezas. Como exemplo pode-se citar:

- taxa de falha.
- taxa de reparo.

Parâmetro: variável ou constante à qual, numa relação determinada ou uma questão específica, atribui-se um papel particular e distinto do das outras variáveis ou constates. Todo elemento cuja variação de valor modifica a solução de um problema sem lhe modificar a natureza. A seguir exemplo:

- parâmetros das distribuições de falha e de tempo para reparo de equipamento.

A apresentação dos indicadores pode ser expresso por dados absolutos, dados relativos, tabelas e gráficos.

3.3 PAPEL DOS INDICADORES

SANTOS (1994) propõe que os indicadores se tornem viáveis e práticos, esses devem ter algumas características especiais, entre elas:

- adaptabilidade: capacidade de resposta às mudanças de comportamento e exigência dos clientes, porque os indicadores podem tornar-se desnecessários ao longo do tempo e podem ser imediatamente eliminados ou substituídos por outros de maior utilidade.
- representatividade: capacidade de captar as etapas mais importantes e críticas dos processos, para que seja suficientemente representativo e abrangente.

Os indicadores são sinais vitais da organização. Eles informam às pessoas o que estão fazendo, como estão se saindo e se estão agindo como parte do todo. Eles comunicam o que é importante para toda a organização, como por exemplo: a estratégia do primeiro escalão para os demais níveis; resultados dos processos, desde os níveis inferiores até o primeiro escalão; o controle e a melhoria dentro dos processos. Os indicadores devem interligar estratégias, recursos e processos (HRONEC e ANDERSEN, 1994).

Os indicadores podem ser de caráter estratégico ou operacional. Segundo KAPLAN e NORTON (1997), os indicadores estratégicos se originam no nível mais elevado e dividem-se em indicadores específicos de nível operacional. Deste modo, as melhorias localizadas se alinham aos objetivos globais da empresa. Isto propicia a interligação de processos internos, o compromisso da alta administração com as demais áreas e assegura a convergência das metas locais com os fatores de sucesso da organização. Um sistema de indicadores deve combinar medidas de resultados (indicadores de fatos) – consequência de esforços passados – e medidas de desempenho futuros (indicadores de tendência).

Os indicadores desempenham papel fundamental contribuindo e influenciando os seguintes aspectos (FPNQ, 1997 e 1995):

- estão intimamente ligados ao conceito de Qualidade centrada no cliente;
- devem ser gerados a partir das necessidades e expectativas dos clientes;
- possibilitam o desdobramento das metas do negócio da empresa, assegurando que as melhorias em cada unidade contribuirão para o propósito global;

- devem estar associados a áreas cujo desempenho causam maior impacto no negócio;
- dão suporte à análise crítica dos resultados e à tomada de decisões;
- viabilizam e encorajam a busca da melhoria contínua;
- possibilitam a comparação com referenciais de excelência, contribuindo para possibilidades mais amplas de melhorias.

O uso de indicadores-chaves de desempenho segundo a ANTP (2000) permite:

- identificar as áreas de excelência e os setores onde são necessárias melhorias para que se possa alcançar o nível das melhores práticas;
- indicar as melhorias que devem ser atingidas, levando-se em conta as diferenças de meio e estrutura entre as empresas;
- desenvolver relações de causa e efeito e averiguar o que pode ter influência no gerenciamento da empresa;
- desenvolver um banco de dados com definições precisas, métodos de arquivamento e técnicas de análise, para uso regular no aperfeiçoamento contínuo dos processos;
- permear a cultura dos indicadores-chaves de desempenho em toda a estrutura da organização, para formar e transformar a sua própria cultura.

Os indicadores são usados para controlar e melhorar a qualidade e o desempenho de produtos (bens / serviços) e processos. A apuração dos resultados por meio dos indicadores permite avaliar o desempenho em relação à meta e a outros referenciais, possibilitando o controle e a tomada de decisão gerencial. Outra importante função é a de induzir atitudes nas pessoas, cujo desempenho está sendo medido, uma vez que as pessoas tendem a agir influenciadas pela maneira como são avaliadas.

3.4 CRITÉRIOS PARA GERAÇÃO DE INDICADORES

O estabelecimento de critérios para a formação de indicadores é importante para atingir os objetivos a que se propõem. A seguir, são destacados os principais critérios para a geração de indicadores, que são: simplicidade e clareza,

acessibilidade, pontualidade, baixo custo, abrangência e seletividade, BARRETO (1999).

- **simplicidade e clareza:** O indicador deve ser de fácil obtenção e compreensão, possibilitando a transmissão da mensagem de modo preciso e claro.
- **acessibilidade:** a facilidade de acesso é importante para a manutenção adequada e na pesquisa dos fatores que afetam o indicador. O fácil acesso pode ser gerado com base em procedimentos padronizados.
- **pontualidade:** para cumprir os objetivos de controlar e apoiar às decisões é fundamental que o indicador seja disponibilizado no momento certo.
- **baixo custo:** o indicador deve ser gerado a baixo custo, devendo sua obtenção ser economicamente justificada.
- **abrangência e seletividade:** conforme foi citado na seção 3.3 o indicador deve ser suficientemente representativo, devendo captar características-chave do processo ou produto. Informações em excesso acabam virando arquivo, além de elevar os custos de obtenção. A facilidade de comparação entre o indicador e os referenciais apropriados é fundamental e também depende de sua representatividade.

3.5 ESPECIFICAÇÃO DE INDICADORES

Os indicadores devem ser devidamente especificados, de modo a proporcionar resultados confiáveis, assegurar a sua análise e o seu uso. A FIG. 3.1 apresenta um modo de especificação de indicadores conforme é utilizada pela ANTP (2000).

Sem indicadores é impossível avaliar o desempenho de uma organização e identificar os seus pontos fracos.

O tipo e a eficiência dos indicadores são influenciados pela necessidade da empresa e pelo conhecimento disponível dentro da empresa quando do desenvolvimento e análise destes, de tal modo que possam ser implementados com sucesso.

1 – ITEM: Refere-se ao atributo ao qual o indicador está relacionado.
2 – NOME DO INDICADOR:
3 - APLICAÇÃO Categoria da aplicação predominante (órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias)
4 – OBJETIVO Descrição do objetivo em se medir o indicador. Qual a sua finalidade? Esclarecimentos adicionais necessários à compreensão do objetivo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): Relação matemática entre as componentes. Pode existir o caso de se ter somente uma componente, do tipo quantidade de uma determinada ocorrência; Unidade da expressão matemática
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Identificação clara de todas as variáveis que compõe cada componente. Por exemplo, no absenteísmo, ao se falar em ausências, devem ser relacionadas todos os tipos de faltas consideradas em seu cálculo.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR (quando for o caso): Quando for o caso, deverão ser explicitadas tal qual o item anterior;
8 – OBSERVAÇÕES: Campo para informações adicionais

FIG. 3.1 Especificação de indicadores, ANTP (2000)

3.6 INDICADORES DE QUALIDADE

Estão relacionados com a satisfação dos clientes. Isto porque toda medição é vista como oportunidade para focar e atender as necessidades dos clientes, haja vista que conquistar qualidade é satisfazer as necessidades do cliente e tomar decisões baseadas em fatos e dados (CAMPOS (1992) *apud* SEBRAE, 1995).

Indicadores de qualidade são aqueles que medem diretamente os desempenhos relacionados às necessidades e satisfação dos clientes, por meio dos quais são medidos os resultados do trabalho na ótica dos usuários (SEBRAE, 1995).

“Indicador de qualidade é instrumento de quantificação da efetividade da ação da qualidade. Portanto, tem a missão precípua de mensurar a variação do nível da qualidade ocorrida entre dois momentos, durante o qual uma ou mais ações de qualidade foram operacionalizadas” (GIL, 1992).

TOLEDO E OPRIME (1996) classificam os indicadores de qualidade em outras duas categorias:

- **qualidade do processo**, que é a capacidade que um processo possui para atender as especificações de projeto. Nesta categoria estão incluídas: taxa de defeitos, porcentagem de refugos, porcentagem de re-trabalho, processo em estado de controle, processo de reclamação do cliente ocasionada pela não conformidade às especificações do projeto.
- **qualidade do produto**, que pode ser avaliado segundo várias categorias ou dimensões, com produtos diferenciados por desempenho, confiabilidade e durabilidade.

Assim, o desempenho refere-se às características operacionais do produto, à confiabilidade; às condições de uso e à durabilidade.

As medidas de desempenho em qualidade pode-se ainda relacionar:

- qualidade de fornecedores;
- qualidade de fabricação, incluindo número de processos controlados estatisticamente;
- indicadores da efetividade da manutenção preventiva, medidas diretas de satisfação dos clientes; e custo da qualidade.

OLIVEIRA e FREITAS (1996) e OLIVEIRA (1995) defendem que os indicadores podem estar relacionados à "não conformidade: enfoque os indicadores – número de incompatibilidade entre projetos ou número de modificações nos projetos", e "satisfação do usuário: enfoque dos indicadores – índice de reclamação do cliente ou nível de satisfação do cliente".

Segundo GIL (1992), os indicadores têm um ciclo de vida, representado na TAB. 3.1.

TAB. 3.1 Ciclo de vida dos indicadores

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO			UTILIZAÇÃO	
Levantamento e Inventário	Criação e eleição	Preparação e Institucionalização	Acompanhamento e Avaliação	Substituição ou abandono

Fonte: GIL (1992)

"A sensibilidade e análise constante no ciclo de vida do indicador de qualidade, a cada estágio vigente, é tarefa crucial do profissional da qualidade organizacional, principalmente, porque a qualidade empresarial é medida por uma família ou cesta de indicadores da qualidade em estágios diferentes de vida". (GIL, 1992).

3.7 INDICADORES DE QUALIDADE PARA O TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

A incumbência dos órgãos gestores de administrar as operadoras do serviço de transporte público urbano de passageiros modo ônibus cria a necessidade de verificar e avaliar o nível de desempenho da qualidade e produtividade, das empresas operadoras deste serviço. A utilização de indicadores para monitoramento, ou seja, detectar falhas e oportunidades de oferecer um serviço de melhor nível de qualidade, é de extrema valia para uma análise *ex post* do sistema.

De acordo com KARDEC (2002), indicadores fornecem os subsídios que irão direcionar tais mudanças, possibilitando maximizar a eficiência e a melhoria dos resultados globais.

As organizações hoje dispõem de artifícios e artefatos tecnológicos que possibilitam gerar eficiência, mas mesmo com todas as inovações, muitas instituições seguem sendo incapazes de gerenciar o serviço oferecido aos clientes do transporte público urbano. Duas são as razões: falta de indicadores de desempenho adequados e perda de controle do sistema de qualidade de serviço prestado.

Muitas empresas têm utilizado de maneira errônea as medidas de desempenho que, por sua vez devem ser manipuladas no sentido de identificar e analisar os pontos fracos do serviço de transporte público urbano.

Mediante a revisão bibliográfica efetuada em trabalhos como: PROJECT ACRONYM (1998), LIMA (1996), REINHOLD (1996), LIMA (1994), YAMASHITA E ALVEZ (1994), TRANSPORTATION RESEARCH BOARD *apud* EBTU volumes 2 e 5 (1988), FARIA (1985) e DAIBERT (1983), foi possível compilar os atributos e seus respectivos indicadores conforme as TAB. 3.2, TAB. 3.3 e TAB. 3.4.

A compilação teve como base os sinônimos observados no emprego das nomenclaturas utilizadas nos diferentes trabalhos citados no parágrafo anterior.

As TAB. 3.2, TAB. 3.3 e TAB. 3.4 estão estruturadas em três colunas, a primeira tem os atributos levantados na revisão bibliográfica, a segunda a definição de cada atributo e a terceira os indicadores relacionados aos atributos. Os indicadores encontram-se no ANEXO 1 com o objetivo, a aplicação em qual categoria de transporte e a forma de cálculo, conforme o sugerido pelo autor pesquisado

TAB. 3.2 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 1

Atributos	Definição	Indicadores
1 Disponibilidade	Refere-se à existência de veículos circulando em quantidade suficiente para atender as necessidades de uma região abrangida pelo sistema de transporte.	1.1 Índice de regularidade
		1.2 Índice de supressão de horários
		1.3 Fator de cumprimento da frota
2 Acessibilidade	Refere-se à distância percorrida pelo passageiro, como também à comodidade experimentada durante o percurso, até o/do ponto de origem/destino da viagem.	2.1 Distância média de caminhada
		2.2 Índice de passageiros por quilômetro
3 Informação	Refere-se à disponibilidade de informação sobre a programação das viagens (roteiros, pontos de parada, condições de tráfego, horários, etc).	3.1 Índice de passageiros por funcionário
4 Rapidez	Refere-se ao tempo de duração de uma viagem entre os pontos de origem e destino.	4.1 Tempo total de viagem
		4.2 Velocidade média comercial
		4.3 Velocidade média operacional
5 Tratamento	Refere-se aos cuidados e formas de expressão dispensados aos passageiros pelos funcionários das empresas transportadoras.	5.1 Índice de satisfação dos clientes
		5.2 Índice de reclamações

TAB. 3.3 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 2

Atributos	Definição	Indicadores
<p style="text-align: center;">6 Conforto</p>	<p>Refere-se a sensação de bem-estar nos pontos de parada, estações, terminais de embarque / desembarque ou durante as viagens dentro dos veículos.</p>	6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo
		6.2 Densidade no interior do veículo
		6.3 Disponibilidade de assentos
		6.4 Frequência de acelerações anormais
		6.5 Taxa média de ocupação
		6.6 Conforto térmico
		6.7 Ventilação nos veículos
		6.8 Nível de ruído interior do veículo
		6.9 Área disponível no ponto de embarque / desembarque
		6.10 Índice de direitura da Rota
		6.11 Índices de pontos com abrigo
		6.12 Facilidade de embarque/desembarque
		6.13 Índice de Conforto
<p style="text-align: center;">7 Confiabilidade</p>	<p>Refere-se ao grau de certeza dos clientes de que o veículo irá passar na origem e chegar ao destino da viagem no horário previsto.</p>	7.1 Intervalo médio
		7.2 Índice de Pontualidade
		7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada
		7.4 Frequência de Panes

TAB. 3.4 Atributos e indicadores adotados mediante revisão bibliográfica – Parte 3

Atributos	Definição	Indicadores
<p style="text-align: center;">8 Segurança</p>	<p>Refere-se aos acidentes e incidentes com os veículos e aos atos de violência (roubos, agressões, etc.) no interior dos mesmos e nos pontos de parada, estações e terminais.</p>	8.1 Freqüência de acidentes com passageiros
		8.2 Freqüência de acidentes com terceiros
		8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
		8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros
		8.5 Índice de idade média da frota
		8.6 Fator de utilização de funcionários
		8.7 Índice de utilização do veículo
<p style="text-align: center;">9 Impacto ambiental</p>	<p>Refere-se aos efeitos danosos ao meio ambiente e à população, causados pelos elementos poluidores (fuligem, barulho, vibração, etc) emitidos pelos veículos.</p>	9.1 Índice de poluição ambiental provocado pelo ônibus
<p style="text-align: center;">10 Modicidade</p>	<p>Refere-se ao valor (tarifa) que os clientes pagam para realizar uma viagem.</p>	10.1 Índice de desembolso com transporte
		10.2 Índice de Tarifa Social

3.8 CONSIDERAÇÕES PACIAIS

O principal objetivo deste capítulo foi levantar os atributos e indicadores da qualidade abordados por alguns pesquisadores e órgãos de pesquisa com o intuito de poder desenvolver o questionário aplicado nos APÊNDICES 1 e 11.

Este capítulo não teve o objetivo de criticar os trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores e órgãos de pesquisa em transporte público urbano de passageiros abordados, porque o método proposto para seleção de indicadores da qualidade do transporte público urbano de passageiros, no capítulo 5, trata tal interesse.

4 A LÓGICA FUZZY – CONCEITOS BÁSICOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é desenvolvido um breve histórico com os conceitos utilizados na lógica *fuzzy* para o desenvolvimento do método de seleção de indicadores abordado no capítulo 5.

4.2 O QUE É LÓGICA FUZZY

A teoria *fuzzy* foi apresentada por ZADEH (1965), professor no Departamento de Engenharia Elétrica e Ciências da Computação da Universidade da Califórnia, em Berkley, quando trabalhava com problemas de classificação de conjuntos que não tinham fronteiras bem definidas (ou seja, a transição entre os conjuntos é suave e não abrupta). É importante, porém, ressaltar que no decurso da ciência outros pesquisadores demonstraram seu desconforto com relação à lógica binária, relatando sua fragilidade para lidar com situações mais realistas, como por exemplo, segundo REZNIK (1997), a lógica de três de valores proposta por LUKASIEWICZ (1957), onde 1 é o verdadeiro, 0 é o falso e $\frac{1}{2}$ é o possível.

Segundo a definição dada por BRAGA *et al.* (1995), a lógica *fuzzy* é uma tentativa de se aproximar a precisão característica da matemática à inerente imprecisão do mundo real, nascida no desejo profundo de se conhecer melhor os processos mentais do raciocínio.

Segundo CURY (1999), a lógica *fuzzy* é um *superconjunto* da lógica convencional (lógica binária ou Booleana) que se expandiu para tratar o conceito da verdade parcial, isto é, valores exatos compreendidos entre o “completamente verdadeiro” e o “completamente falso”.

A Lógica *fuzzy* busca aproximar a precisão da matemática à incerteza das ações e acontecimentos da vida humana, procurando entender e representar melhor os processos mentais do raciocínio.

O termo *fuzzy* imaginado por ZADEH (1965) tinha por objetivo conferir um efeito de flexibilidade à lógica. Muitos textos traduzem este termo como obscuro, confuso, nebuloso ou não claramente definido, deturpando um pouco o sentido verdadeiro da palavra. Para ZADEH (1965), a matemática *fuzzy* compreende os valores que não podem ser descritos em termos de distribuições de probabilidade. A incerteza a respeito de uma afirmação é expressa por meio de um número que, em vez de probabilidade, exprime a possibilidade de a afirmação ser correta (RABUSKE, 1995). A TAB. 4.1 relaciona as principais diferenças entre a lógica *fuzzy* e a teoria da probabilidade:

TAB. 4.1 Diferenças entre a lógica *fuzzy* e a teoria da probabilidade

Teoria da Probabilidade	Lógica Fuzzy
As sentenças tratam com a chance dos resultados ocorrerem	Não se pode dizer precisamente se um evento ocorreu, mas pode-se tentar modelar a proporção de ocorrência do mesmo evento
Trata a possibilidade de decisão no resultado de eventos aleatórios e claramente definidos	Trata a ambigüidade e a vagueza na descrição dos eventos.
Um elemento não pode ser um membro parcial de uma outra classe.	Um elemento pode ser um membro parcial de uma outra classe com diferente grau de pertinência.

Fontes: GOUDARD (2001) e CURY (1999)

Além disto, os conjuntos *fuzzy* podem ser criados e operados com pequeno número de observações, ou mesmo baseado na experiência das pessoas (heurística) (CURY 1999).

Segundo ZIMMERMANN (1991), a lógica *fuzzy* não trata uma variável como tendo apenas um estado atual, mas n estados, cada um com um grau de associação, ou grau de pertinência, gerando assim os conjuntos *fuzzy*.

Segundo SHAW e SIMÕES (1999), os conjuntos *fuzzy* não têm limites bem definidos e surgem sempre que são tratadas a ambigüidade, a imprecisão, a incerteza e a ambivalência em modelos matemáticos de fenômenos empíricos. Eles

constituem uma *ponte* no caminho de aproximar o raciocínio humano ao da lógica executada pela máquina.

Por tratar da ambigüidade, da imprecisão, da vagueza e da incerteza a lógica *fuzzy* é de grande utilidade para quantificar os anseios dos seres humanos. Este é o caso da seleção de quais indicadores devem ser utilizados para gestão da qualidade do transporte público urbano, que tem como ponto principal avaliar a percepção do passageiro em relação ao grau de importância dos atributos e determinar quais indicadores empregar para gestão a partir do conhecimento dos especialistas de dado fenômeno.

4.3 BREVE HISTÓRICO

Segundo ORTEGA (2001), a teoria da lógica *fuzzy* enfrentou forte resistência por parte da comunidade científica no seu início, principalmente por parte dos estatísticos norte-americanos. Entretanto, a despeito de todo preconceito muitos pesquisadores vislumbraram as possibilidades que esta teoria oferecia e trabalhos surgiram em todo o mundo, particularmente no Japão onde a lógica *fuzzy* encontrou um solo fértil para desenvolver-se rapidamente.

Entre 1965 e 1975, pesquisadores tais como KOSKO (1992), ZIMMERMANN (1991) e ZADEH (1965) se esforçaram por estender os fundamentos da lógica *fuzzy*, introduzindo conceitos novos e desenvolvendo outras abordagens da teoria, bem como as relações *fuzzy*, as variáveis lingüísticas, os processos de decisão *fuzzy*, álgebra com números *fuzzy*, etc (ORTEGA 2001).

Formou-se no Japão o primeiro grupo de pesquisas em sistemas *fuzzy*, coordenado pelo professor Toshiro Terano, e em 1974 iniciou-se um importante capítulo no desenvolvimento desta teoria com a apresentação do primeiro controlador *fuzzy*, ou seja, um projeto computacional para controle de máquina, criado por Ebrahim Mamdani, no Reino Unido. A partir de então vários foram os pesquisadores que buscaram aplicar a teoria de lógica *fuzzy* para controlar sistemas de engenharia, dentre eles destacam-se KOSKO (1992), ZIMMERMANN (1991), KLIR e FOLGER (1988), DUBOIS e PRADE (1980). Em 1976, tem-se a primeira

aplicação industrial da lógica *fuzzy*, desenvolvida pelo laboratório *Circle Cement and SIRA*, na Dinamarca, que consistiu de um controlador que incorporava o conhecimento e a experiência dos operários para controlar os fornos das fábricas (REZNIK, 1997). Em 1977, Didier Dubois aplicou os conjuntos *fuzzy* em um estudo sobre condições de tráfego e neste mesmo ano surgiu o primeiro sistema especialista *fuzzy* (YEN e LANGARI, 1999 *apud* ORTEGA, 2001).

“Em 1974, o Prof. Mamdani, do Queen Mary College, Universidade de Londres, após inúmeras tentativas frustradas em controlar uma máquina a vapor com tipos distintos de controladores, conseguiu fazê-lo por meio da aplicação do raciocínio *fuzzy*. Esse sucesso serviu de alavanca para muitas outras aplicações”. (ARBEX, 1994 *apud* GOUDARD, 2001)

O campo de aplicação da lógica *fuzzy* tem-se ampliado muito nos últimos anos. Atualmente ela é utilizada em administração de projetos, formação de preços de produtos, diagnósticos médicos, previsão de vendas, análise de mercado, identificação criminal, orçamento de capital e avaliação de aquisição de empresas. A teoria *fuzzy* vem sendo utilizada nos campos da inteligência artificial, processamento de informações, engenharia, controle de qualidade e em diversos tipos de tomada de decisão. A TAB. 4.2 apresenta a evolução das aplicações da lógica *fuzzy*.

TAB. 4.2 Evolução das aplicações comerciais e industriais da lógica *fuzzy*

ANO	Nº de aplicações
1986	8
1987	15
1988	50
1989	100
1990	150
1991	300
1992	800
1993	1500

Fonte: VELLASCO (2003)

No setor de transportes, cujos trabalhos empregaram a lógica *fuzzy*, destacam-se KAMPEL (2003), GOUDARD (2001) e CURY (1999), especificamente em transporte público urbano de passageiros destaca-se o trabalho de SOUZA (2001).

“Os maiores beneficiários da lógica *fuzzy* têm sido os sistemas especialistas. Exemplos disso são os sistemas de suporte à decisão, os planejadores financeiros, os sistemas de diagnósticos para determinação de patologias da soja e os sistemas meteorológicos chineses para determinação de plantações de seringueiras”. (ZADEH, 1965; *apud* CURY, 1999)

O objetivo deste breve histórico foi o de apresentar quão rápido se deu o desenvolvimento da teoria *fuzzy* e quão abrangente tem sido suas aplicações. Em verdade, pode-se notar um interesse por esta teoria cada vez mais crescente de explorar variáveis lingüísticas, da possibilidade de desenvolver raciocínios mais próximos do humano, da sua diversidade de operações e da sua potencialidade em aplicações distintas.

4.4 SISTEMA DE INFERÊNCIA FUZZY

No dia a dia, palavras e sentenças que, na maioria das vezes, têm significados vagos ou imprecisos são empregadas. Entretanto, são perfeitamente entendidas, porque está acostumado a lidar com tais tipos de imprecisão.

Na lógica *fuzzy*, assim como na lógica convencional, definem-se regras que associadas a entradas produzem saídas. Isto é, tem-se uma coleção de variáveis de entrada, uma coleção de conjuntos para a variável de saída e uma coleção de regras que as associam.

Tradicionalmente, tem-se, num conjunto convencional, limites bruscos onde a transição dos membros para não-membros é abrupta, repentina e clara. Já em um conjunto *fuzzy*, as transições entre membros e não-membros são gradativas.

Um sistema *fuzzy* típico consiste de uma base de regras, de funções de pertinência e de procedimentos de inferência, conforme mostra a FIG. 4.1.

A base de regras *fuzzy* é uma componente crítica do sistema, já que ela contém as informações que relacionam as condições de entrada para as respostas da saída.

A entrada para o sistema pode ser um valor preciso (quando deriva de um processo de medição) ou um conjunto *fuzzy* (geralmente quando provém de um

observador humano ou por uma base de dados, como por exemplo, os questionários).

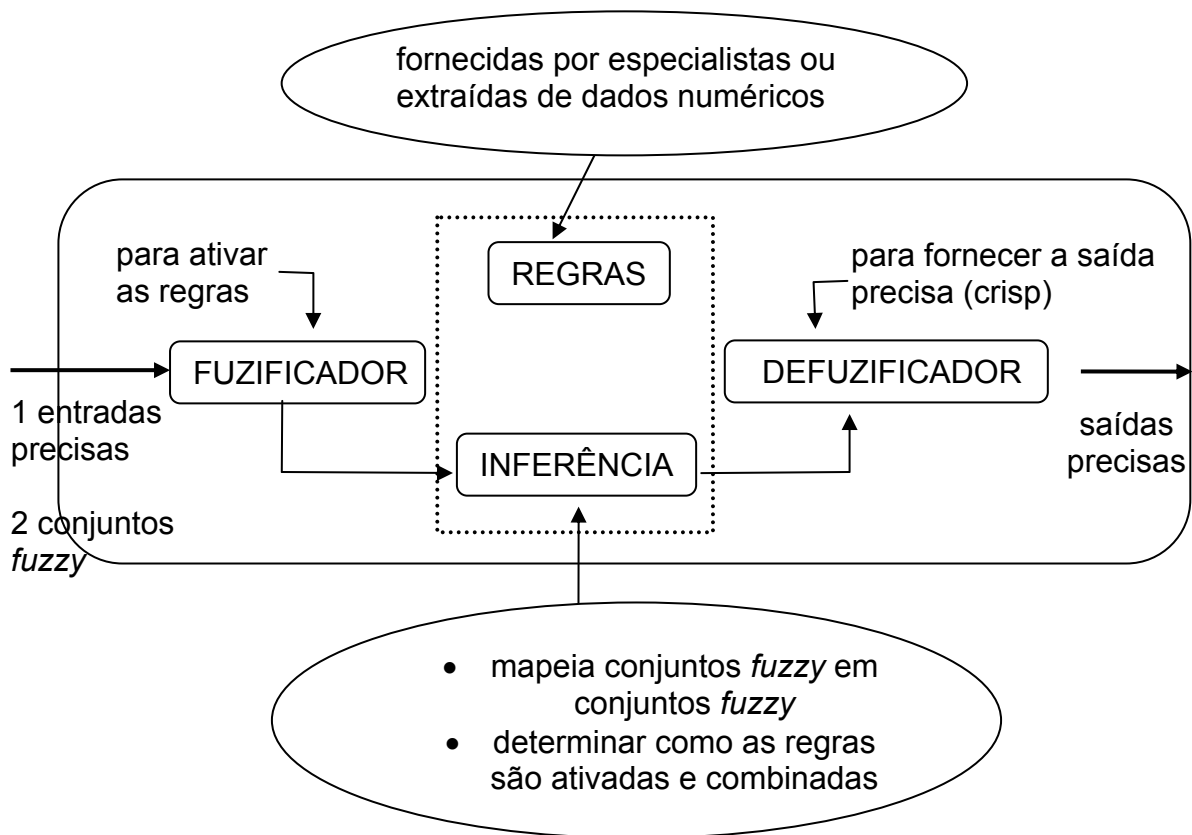


FIG. 4.1 Estrutura geral de um sistema de inferência *fuzzy* típico

Para adequar a entrada ao sistema, faz-se a *fuzificação*, que é o processo de transformação da entrada em graus de pertinência, ou de certeza, produzindo uma interpretação ou qualificação da mesma (SOUZA, 2001).

Nas situações que requerem uma resposta precisa, para complementar o processo *fuzzy* e após o uso das regras, necessita-se de uma função que *defuzifique*, ou seja, que transforme os dados *fuzzy* da saída em um valor numérico preciso.

4.4.1 PROCESSO DE FUZIFICAÇÃO

O processo de *fuzificação* consiste em associar um vetor lingüístico, ou seja, combinar termos lingüísticos aos possíveis valores dos parâmetros, para produzir um conjunto *fuzzy*, que retrata a imprecisão do problema sob análise.

“Como geralmente os dados de entrada são valores precisos, resultados de medições ou observações (conjuntos de dados, por exemplo), é necessário efetuar-se um mapeamento destes dados precisos para os conjuntos *fuzzy* de entrada relevantes, o que é realizado no estágio de fuzificação. Neste estágio ocorre também a ativação das regras relevantes para uma dada situação. Uma vez obtido o conjunto *fuzzy* de saída por meio do processo de inferência, no estágio de defuzificação é efetuada uma interpretação dessa informação. No estágio de inferência ocorrem as operações com conjuntos *fuzzy* propriamente ditas: combinação dos antecedentes das regras, implicação e regra de inferência composicional. Os conjuntos *fuzzy* de entrada, relativos aos antecedentes das regras, e o de saída, referente ao consequente, podem ser definidos previamente ou, alternativamente, gerados automaticamente a partir dos dados”. (TANSCHKEIT, 2003)

Ainda segundo TANSCHKEIT (2003), a principal função das variáveis lingüísticas é fornecer uma maneira sistemática para caracterizar aproximadamente fenômenos complexos ou mal definidos.

Para completar a “*fuzificação*” (transformação da entrada em graus de pertinência), são necessárias funções de pertinência, que têm origem na opinião e no conhecimento dos seres humanos, principalmente especialistas ou usuários do assunto em questão e são determinadas com base nos conjuntos *fuzzy*. Algumas formas de *fuzificação* são apresentados no itens 4.4.2.

4.4.2 CONJUNTOS *FUZZY* E FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA

Um conjunto *fuzzy* é caracterizado pela sua função de pertinência; então sendo A um conjunto *fuzzy* definido no universo de discurso U , cada elemento de $u \in U$ receberá um grau de pertinência com relação ao conjunto A por meio da função de pertinência $\mu_A(u)$. Então a função de pertinência associada a um dado elemento $A \in U$ é representada por:

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Sendo assim, um elemento não simplesmente pertence ou não a um conjunto, como na teoria clássica, mas poderá pertencer a um conjunto ou a outros com graus de pertinência que variam no intervalo $[0,1]$, onde o valor 0 indica uma completa exclusão, o valor 1 representa completa pertinência e os valores intermediários representam graus intermediários de pertinência do objeto com relação ao conjunto.

Cada conjunto *fuzzy* A no universo U pode ser escrito por meio de um conjunto de pares ordenados de um elemento genérico e seu respectivo grau de pertinência, como na EQ. 4.1:

$$A = \{(u, \mu_A(u)) \mid u \in U\} \quad \text{EQ. 4.1}$$

Os graus de pertinência (GdP) são medidas que expressam a possibilidade de um dado elemento ser membro de um conjunto *fuzzy*. Assim, um vetor de pertinência *fuzzy* é também chamado de vetor de possibilidade ou de distribuição de possibilidade (SHAW e SIMÕES, 1999). Deste modo o valor do grau de pertinência $\mu_A(u)$, de um objeto u em A , pode ser interpretado como o grau de compatibilidade de A e o objeto u . O grau de pertinência (GdP) pode também ser denominado de grau de certeza (GdC) ou de crença – *Degree or Belief (DoB)* (CURY, 1999).

Os termos lingüísticos têm limites ambíguos, dependem de quem os analisa, podendo existir superposição entre eles. Isto significa que se pode estar mais ou menos certo sobre a verdade ou falsidade de um fato particular. Observando-se a FIG. 4.2, pode-se notar que os limites entre os conjuntos se sobrepõem, porém apresentam diferentes graus de pertinência ou de certeza.

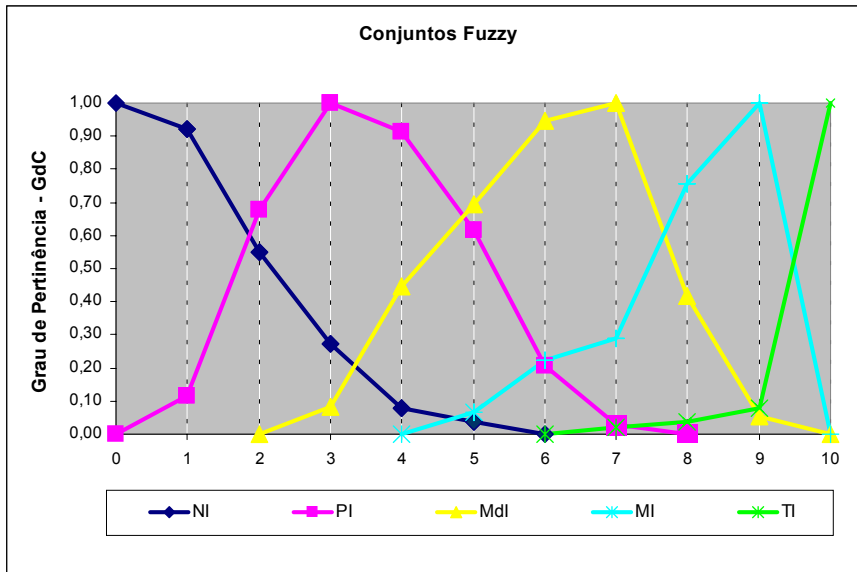


FIG. 4.2 Conjunto *fuzzy* associado ao grau de importância (nenhuma - NI, pouca - PI, média - Mdl, muita - MI e total - TI)

A FIG. 4.3 mostra o conjunto exato A e o gráfico de μ_A . Todo número real r pertence ou não ao conjunto A. Pode-se concluir, com base na FIG. 4.3, que os conjuntos convencionais possuem fronteiras bem definidas, que diferenciam com precisão os membros dos não-membros do conjunto.

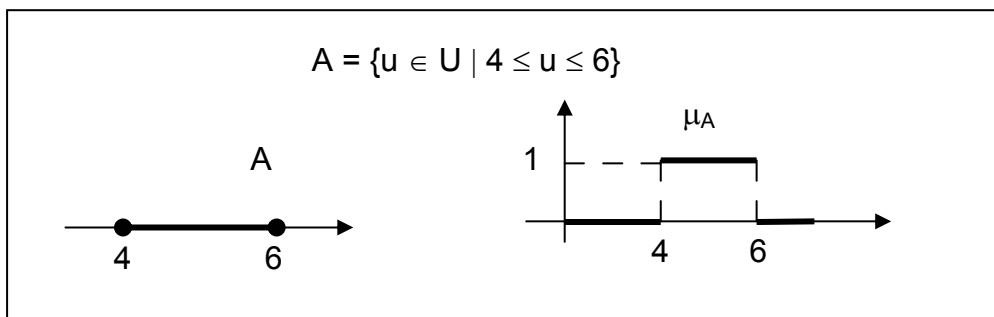


FIG. 4.3 Função de pertinência para um subconjunto exato

A grande diferença então, entre os conjuntos convencionais e os conjuntos *fuzzy*, é que os primeiros têm funções de pertinência únicas e os segundos podem ser representados por diferentes funções de pertinência, capacitando os modelos *fuzzy* de serem ajustados para atender uma situação específica.

Os conjuntos *fuzzy* podem ser denotados por diferentes funções algumas delas também usadas em conjuntos clássicos. Entre estas destacam-se as funções triangulares e trapezoidais (empregadas freqüentemente devido a simplicidade de

representação e utilização), função sigmóide (mais usada para representar frequências) e outras. As funções triangular, trapezoidal e sigmóide estão em FIG. 4.4, FIG. 4.5 e FIG. 4.6, respectivamente.

Segundo COX (1992) *apud* CURY (1999), os conjuntos trapezoidais ou triangulares são comumente utilizados em modelos de engenharia. A forma trapezoidal é utilizada para mapear funções de pertinência nos domínios extremos, enquanto que a forma triangular atua nas regiões intermediárias destes mesmos domínios. A forma sigmóide (curva do tipo “S”) tem maior emprego em ciências sociais. Não existe uma topologia rígida para as formas dos conjuntos *fuzzy*.

$$\text{Função triangular: } \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{c-a} & \text{se } a \leq x \leq c \\ \frac{b-x}{b-c} & \text{se } c < x \leq b \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

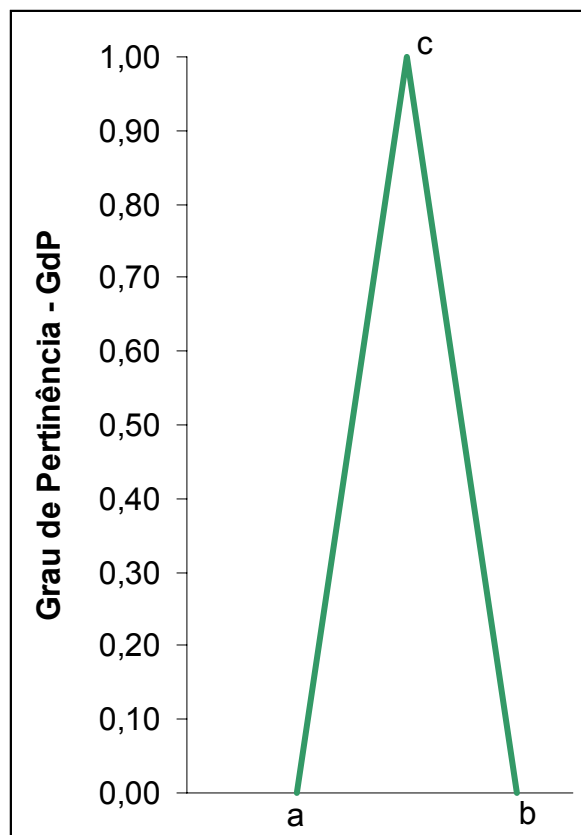


FIG. 4.4 Função triangular

$$\text{Função Trapezoidal: } \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{c-a} & \text{se } a \leq x < c \\ 1 & \text{se } c \leq x < d \\ \frac{b-x}{b-d} & \text{se } d \leq x \leq b \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

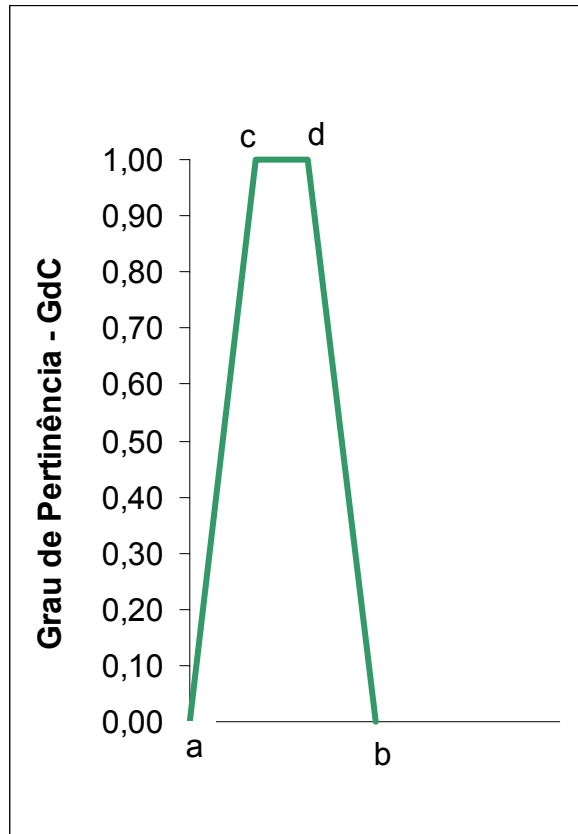


FIG. 4.5 Função trapezoidal

$$\text{Função sigmóide: } \mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ 2 \times \left(\frac{x-a}{c-a} \right)^2 & a \leq x \leq b \\ 1 - 2 \times \left(\frac{x-c}{c-a} \right)^2 & b \leq x \leq c \\ 1 & x \geq c \end{cases}$$

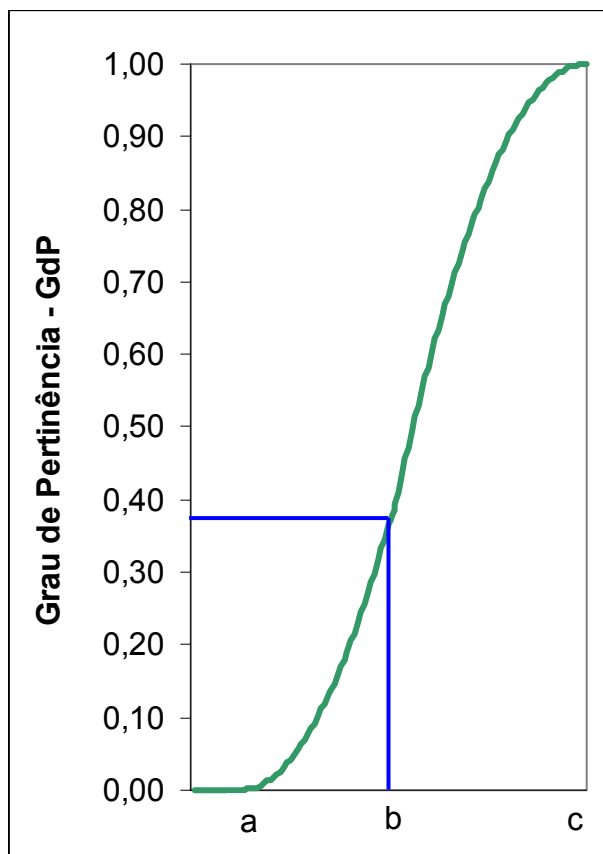


FIG. 4.6 Função sigmóide

A construção dos conjuntos *fuzzy* é baseada na obtenção do conhecimento dos especialistas e/ou usuários de um projeto. Segundo BRAGA *et al.* (1995), estudos realizados por Zadeh concluíram que são necessárias as opiniões de 15 a 20 especialistas, uma vez que acima de 20 existe uma estabilização dos valores atribuídos aos graus de pertinência. Estendendo as conclusões de Zadeh para os usuários de um projeto, considerando a teoria estatística para grandes amostras, CURY (1999), conclui que uma amostra com mais de 30 pessoas pode estabilizar os graus de pertinência.

Segundo TURKSEN (1984) *apud* CURY (1999) que descreve alguns dos métodos mais utilizados para a definição dos conjuntos *fuzzy* quais sejam:

- *avaliação e dedução subjetivas*, no qual os especialistas ou os usuários do projeto simplesmente desenham ou especificam de alguma forma curvas de pertinência diferentes ou escolhem entre as curvas apresentadas aquela mais apropriada ao problema em questão;
- *formas Ad Hoc*, neste método já se parte de um conjunto de curvas possíveis e se escolhe aquela que melhor representa o fenômeno;

- *conversão de freqüências ou probabilidades*, vários métodos permitem a conversão de informações tomadas na forma de histogramas de freqüência ou outras curvas de probabilidade para que estas possam ser usadas na construção dos graus de pertinência.

CURY (1999) destaca também o trabalho de GONÇALVES (1995) que apresenta a técnica de pesquisa da preferência declarada, na qual, por meio da medição das preferências dos futuros usuários de um projeto, é possível estimar-se o comportamento dos mesmos diante das diversas alternativas futuras.

“Os métodos de pesquisa de opinião, utilizados junto a usuários de um projeto, têm objetivo de avaliar as expectativas futuras desse público diante de possíveis alterações na situação *status quo*. Nos métodos mais comuns, os especialistas simulam cenários capazes de colocar os futuros usuários diante de situações compatíveis com as que se deseja avaliar e solicitam a ordenação das opções em um *ranking*, de acordo com a ordem de preferência, u a marcação de graus de certeza para cada alternativa, numa escala de 0 a 10, por exemplo”. (GONÇALVES, 1995 *apud* CURY, 1999)

ZIMMERMAN (1991) trata a cognição baseada em termos lingüísticos para aquisição de graus de pertinência com o emprego de uma escala de 0 a 10. Esta escala é utilizada no processo de *fuzificação* devido à fácil percepção do ser humano de associar termos lingüístico como por exemplo pouco, muito, médio a referida escala.

Em BRAGA *et al.* (1995) encontram-se recomendados dois critérios para a construção de conjuntos *fuzzy*, conforme descrito a seguir.

O primeiro critério conforme a TAB. 4.3 consiste na formulação de um questionário com respostas do tipo “SIM” ou “NÃO”, sendo exemplificado com a construção do conjunto *fuzzy* GRANDE, tendo como universo de discurso os números naturais {3,4,5,6,7,8,9}. A partir disto, pergunta-se a cada entrevistado (neste caso um total de 20 pessoas) se cada um dos números do universo de discurso é GRANDE e os entrevistados respondem sim ou não. Em seguida, calcula-se a freqüência das respostas positivas (representada na TAB. 4.3) e constrói-se o conjunto *fuzzy* GRANDE (representado na FIG. 4.7) no qual o grau de pertinência (GdP) é dado pela porcentagem de respostas positivas.

O conjunto *fuzzy* pode ser escrito como $GRANDE = \{(3;0,00), (4;0,00), (5;0,15), (6;0,30), (7;0,55), (8;0,90), (9;1,00)\}$ e representado na FIG. 4.7.

TAB. 4.3 Cálculo da função de pertinência baseado na freqüência das respostas dos especialistas

Resposta \ Universo	3	4	5	6	7	8	9
Sim	0	0	3	6	11	18	20
Não	20	20	17	14	9	2	0
GdC	0,00	0,00	0,15	0,30	0,55	0,90	1,00

Fonte: BRAGA *et al.* (1995)

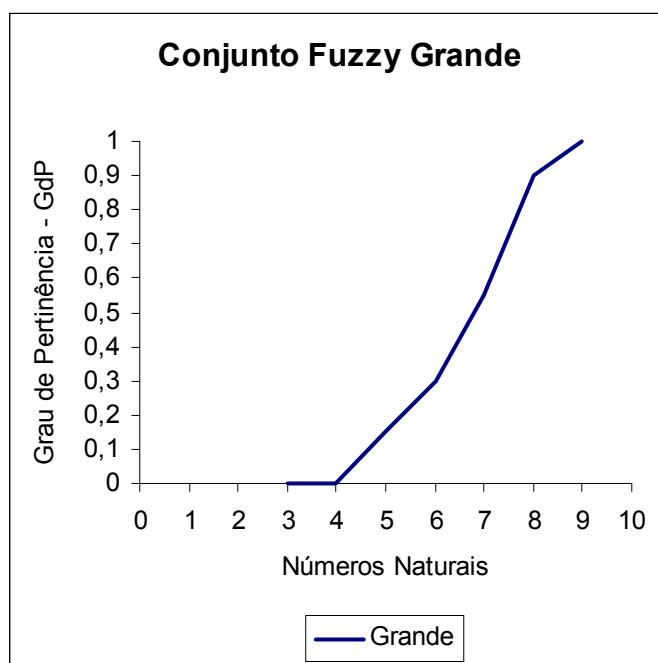


FIG. 4.7 Conjunto *fuzzy* para o termo lingüístico *grande* baseado no primeiro critério

O segundo critério conforme a TAB. 4.4 consiste na atribuição de graus de pertinência (GdP), entre 0 e 1, para cada um dos elementos do universo de discurso expressando o entendimento do entrevistado sobre o assunto em questão. Tomando como base o mesmo universo de discurso e o mesmo conjunto *fuzzy* do primeiro critério e os resultados obtidos para 10 entrevistados, os apresentados na TAB. 4.3, obtém-se:

$GRANDE = \{(3;0,00), (4;0,04), (5;0,28), (6;0,70), (7;0,95), (8;1,00), (9;1,00)\}$ e representado na FIG. 4.8.

TAB. 4.4 Resultado da coleta de dados das opiniões de especialistas por meio de possibilidades

Elemento \ Especialista	3	4	5	6	7	8	9
1	0,00	0,00	0,20	0,60	0,90	1,00	1,00
2	0,00	0,00	0,10	0,80	1,00	1,00	1,00
3	0,00	0,10	0,30	0,50	0,80	1,00	1,00
4	0,00	0,00	0,10	0,70	1,00	1,00	1,00
5	0,00	0,10	0,30	0,60	0,90	1,00	1,00
6	0,00	0,00	0,20	0,80	1,00	1,00	1,00
7	0,00	0,10	0,50	0,80	1,00	1,00	1,00
8	0,00	0,00	0,30	0,70	0,90	1,00	1,00
9	0,00	0,00	0,40	0,70	1,00	1,00	1,00
10	0,00	0,10	0,40	0,80	1,00	1,00	1,00
Média	0,00	0,04	0,28	0,70	0,95	1,00	1,00

Fonte: BRAGA *et al.* (1995)

A FIG. 4.8 apresenta o conjunto *fuzzy* grande para o segundo critério.

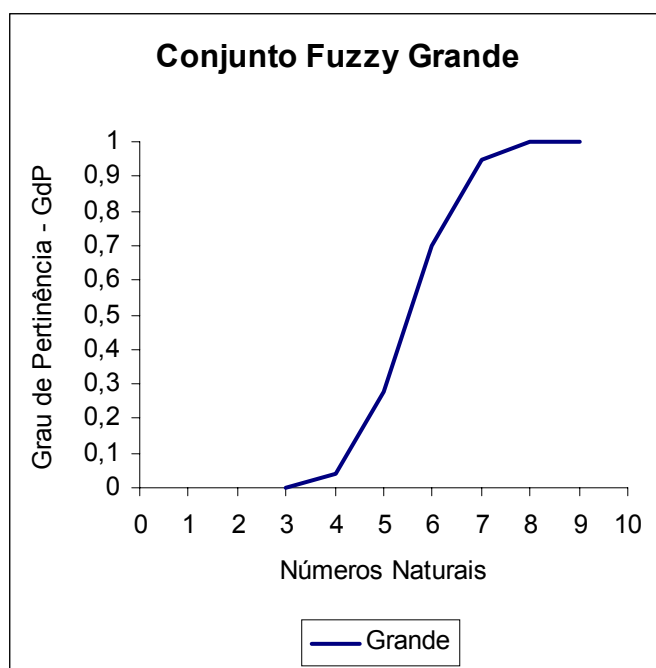


FIG. 4.8 Conjunto *fuzzy* para o termo lingüístico *grande* baseado no segundo critério

As funções que representam o conjunto *fuzzy* são escolhidas com base na experiência, na natureza do processo a ser controlado, ou numa entrevista com um operador humano especializado, que realize as funções de controle manualmente (SHAW e SIMÕES, 1999). Estes autores recomendam o uso de no máximo sete

conjuntos *fuzzy*, apesar de representarem maior precisão, um maior número representa demanda computacional significativa. Os autores destacam também que as funções de pertinência não precisam ser simétricas ou igualmente espaçadas e cada variável pode ter um conjunto de funções de pertinência diferente, com diversos formatos e distribuições.

Do mesmo modo que lógica convencional, existem operações que podem ser realizadas com os conjuntos *fuzzy* e que são fundamentais para a formulação da base de regras de inferência. Estas operações são o complemento ou negação ($\sim A$), a interseção (\cap) e a união (\cup) de conjuntos, e elas se definem conforme a seguir:

- Complemento de A:
 $\sim A = \{(u, \mu_{\sim A}(u)) / \mu_{\sim A}(u) = 1 - \mu_A(u)\}$
- União de dois conjuntos, A e B:
 $A \cup B = \{(u, \mu_{A \cup B}(u)) / \mu_{A \cup B}(u) = \text{MAX}(\mu_A(u), \mu_B(u))\}$
- Interseção de dois conjuntos, A e B:
 $A \cap B = \{(u, \mu_{A \cap B}(u)) / \mu_{A \cap B}(u) = \text{MIN}(\mu_A(u), \mu_B(u))\}$

Além das operações de complemento, interseção e união, considerando os conjuntos *fuzzy* A e B em um universo U, podem-se definir (CURY, 1999):

- conjunto vazio: $A = \emptyset$ se e somente se $\mu_A(u)=0 \quad \forall u \in U$;
- conjuntos iguais: $A = B$ se e somente se $\mu_A(u)=\mu_B(u) \quad \forall u \in U$;
- A subconjunto de B: $A \subseteq B$ se, $\mu_A(u) \leq \mu_B(u) \quad \forall u \in U$.

Para enfatizar a diferença entre o tratamento de dados usando a teoria clássica e a teoria *fuzzy*, será apresentado um exemplo hipotético simples e característico semelhante ao apresentado no livro de TANAKA (1997). O exemplo diz respeito à idade de A, B e C com 10, 15 e 17 anos, respectivamente, sendo que essas são avaliadas pelos termos lingüísticos criança, adolescente e adulto.

A TAB. 4.5 apresenta os valores mediante a lógica clássica, 0 e 1, ou seja, aceito ou não em relação ao termo lingüístico utilizado.

TAB. 4.5 Valor da função característica pela teoria clássica

	Idade	criança	adolescente	adulto
A	10	1	0	0
B	15	0	1	0
C	17	0	0	1

A TAB. 4.6 apresenta os valores mediante a lógica *fuzzy*, cada membro A, B e C possui o seu respectivo grau de pertinência conforme o termo lingüístico utilizado, A pertence ao conjunto criança com 0,6 e ao conjunto adolescente com 0,4, ao passo que não pertence ao conjunto adulto, B pertence ao conjunto criança com 0,2 e ao conjunto adolescente com 0,8, enquanto que não pertence ao conjunto adulto, e por último C não pertence ao conjunto ao criança, à medida que pertence ao conjunto adolescente com 0,4 e pertence ao conjunto alta com 0,6.

TAB. 4.6 Valor da função característica pela teoria *fuzzy*

	Idade	criança	adolescente	adulto
A	10	0,6	0,4	0
B	15	0,2	0,8	0
C	17	0	0,4	0,6

Conforme o exposto em TANAKA (1997) pode-se verificar que pela teoria *fuzzy* as idades 10, 15 e 17, são consideradas como criança, adolescente e adolescente respectivamente. Já pela teoria clássica, as idades citadas mediante os seus graus de pertinência são consideradas como criança, adolescente e adulta.

O termo lingüístico atribuído a cada idade pela teoria dos conjuntos *fuzzy* tem como base o vetor de possibilidades, a qual predomina o maior grau de pertinência relacionado ao termo lingüístico.

Por exemplo, para a idade de 15 anos o maior grau de pertinência é 0,8 referindo-se ao termo lingüístico adolescente, desse modo para esta idade, neste referido exemplo, considera-se 15 anos como uma idade para característica de adolescente.

Como ilustração pode-se verificar na FIG. 4.9 os conjuntos *fuzzy* para a idade, percebe-se em destaque os graus de pertinência (GdP) apresentados na TAB. 4.6. em função da idade.

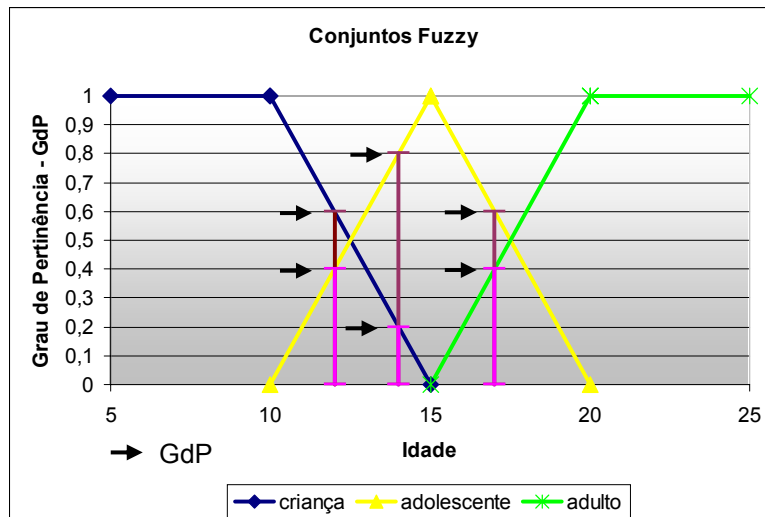


FIG. 4.9 Conjuntos *fuzzy* para idade

COSENZA (1998) utilizou em seu modelo matemático (COPPETEC/COSENZA) para seleção de localização a teoria *fuzzy* cujo resultado final é expresso em termos lingüísticos, semelhante ao desenvolvido por TANAKA (1997).

A FIG. 4.10 apresenta um conjunto de cinco funções de pertinência trapezoidais e eqüidistantes, com termos lingüísticos, baseado em SHAW e SIMÕES (1999), cujo universo de discurso foi normalizado para 0 ... 100. para *fuzificar* o valor discreto 64,5, deve-se observar que uma linha vertical no ponto 64,5 corta as funções de pertinência *M* e *QA*, respectivamente, sem cruzar nenhuma outra função de pertinência. Isso deve ser interpretado assim: o equivalente *fuzificado* do valor 64,5, neste caso, pertence:

- à função de pertinência *fuzzy M* com grau 0,6;
- à função de pertinência *fuzzy QA* com grau 0,8;
- à todas as outras funções de pertinência *fuzzy* com grau 0,0.

“A conversão de um único valor discreto de uma variável num conjunto *fuzzy*, consistindo de um número de elementos igual à quantidade de funções de pertinências usadas no processo de fuzificação. Se o número de funções de pertinências for *M*, a fuzificação de um vetor discreto $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ produzirá *N* vetores *fuzzy* p_1, p_2, \dots, p_n chamados de vetores de possibilidades com *M* elementos cada”. (SHAW e SIMÕES, 1999)

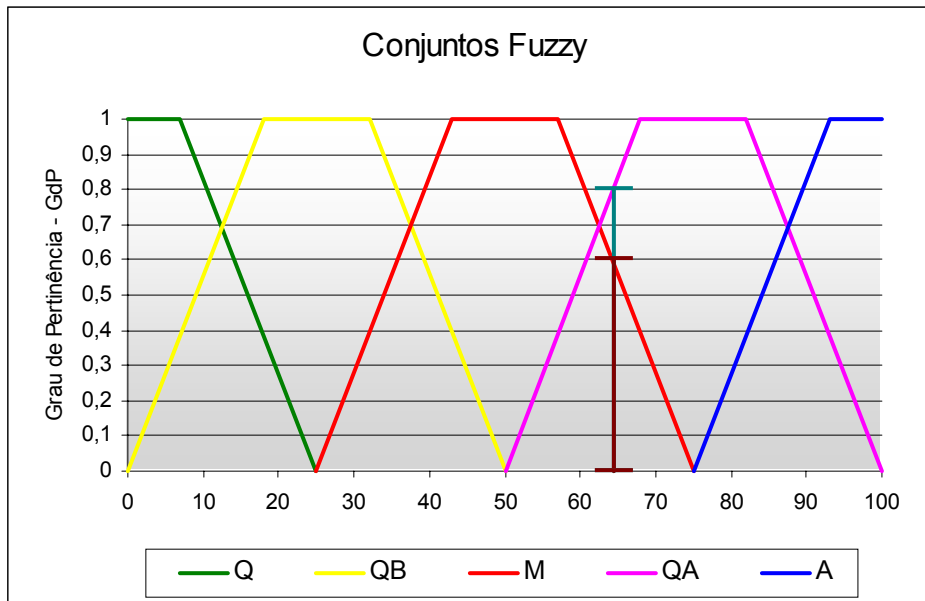


FIG. 4.10 Funções de pertinência trapezoidais

4.5 REPRESENTAÇÃO PARA OS CONJUNTOS FUZZY

Os conjuntos *fuzzy* podem ser vistos como uma extensão dos conjuntos clássicos. Contudo, alguns cuidados devem ser tomados com a notação dos conjuntos *fuzzy* porque eles contêm o uso especial de símbolos que aparecem na matemática clássica.

A representação de um conjunto *fuzzy* A em B pode ser dada como um conjunto de pares ordenados de elemento genérico x e seu grau de pertinência.

$$A = \{(x, \mu_B(x)) / x \in B\}$$

Geralmente só são representados os valores de x com $\mu(x) > 0$.

Os conjuntos *fuzzy* podem ser expressos de duas maneiras: como expressão discreta ou como expressão contínua.

A expressão discreta tem como símbolo \sum que, segundo TANSCHKEIT (2004) e TANAKA (1997), denota a operação de união de todos os pontos $x_i \in X$ com graus de pertinência $\mu(x_i)$. Supondo que o universo X seja $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, o conjunto A em X pode ser representado do seguinte modo:

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n$$

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/x_i$$

EQ. 4.2

ou seja, (grau de pertinência do primeiro elemento)/(primeiro elemento) + (grau de pertinência do segundo elemento)/(segundo elemento) + (grau de pertinência do n-ésimo elemento)/(n-ésimo elemento) = $\sum_{i=1}^n$ (grau de pertinência do i-ésimo elemento)/(i-ésimo elemento).

A expressão contínua tem como símbolo \int que segundo TANSCHKEIT (2004) e TANAKA (1997) denota a coleção de todos os pontos $x \in U$ com função de pertinência $\mu(x)$. Quando o universo do conjunto X é infinito, um conjunto *fuzzy* A em X pode ser representado do seguinte modo:

$$A = \int_x \mu_A(x_i)/x_i$$

EQ. 4.3

ou seja, \int_{universo} (função de pertinência/i - ésimio elemento) .

O símbolo / na EQ. 4.2 e EQ. 4.3 é chamado de separador. Escreve-se cada elemento do mesmo modo e conecta-se os termos pelo símbolo +. Na matemática clássica os símbolos / e + significam divisão e adição respectivamente, mas o emprego é diferente na definição dos conjuntos *fuzzy*. Caso haja a necessidade de agregar os termos de um conjunto *fuzzy* como uma expressão discreta usa-se o símbolo \sum mas o significado deste símbolo é novamente diferente do utilizado na matemática clássica.

Há duas outras regras para a expressão discreta (TANAKA, 1997):

1. quando o grau de certeza de um elemento x' é zero, então, $\mu_A(x') = 0$, não escreve $0/x'$. O termo deve ser omitido.
2. se há vários valores designados para um elemento no universo de discurso, seleciona-se o valor do máximo para representar grau de pertinência. Por exemplo, para x' , $0,6/x'+0,7/x'+0,3/x' \Rightarrow 0,7x'$.

De outro modo, na expressão contínua, o símbolo \int é usado como uma extensão do \sum para o conjunto de dados contínuo, e não há relação com a

integral da matemática clássica. No lado direito embaixo do símbolo \int escreve-se o nome do universo ao qual o conjunto *fuzzy* é representado. Em uma expressão contínua, há uma infinidade de números de elementos e não se pode escrever os elementos e seus grau de certeza. Por isso escreve-se o elemento tal como uma variável x no lado esquerdo do separador, e a função de pertinência a sua esquerda.

A FIG. 4.11 apresenta um conjunto *fuzzy* representado como expressão contínua a título de exemplo. A representação desse conjunto é dada por:

$$A = \int_{-2}^0 (1 + 0,5x) / x + \int_0^2 (1 - 0,5x) / x$$

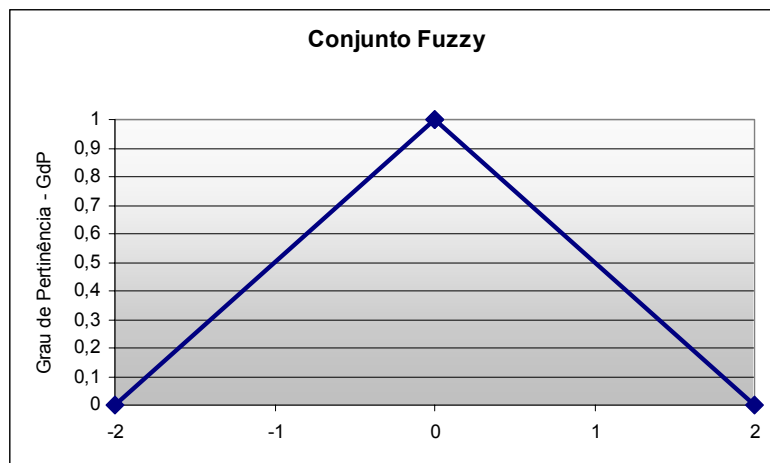


FIG. 4.11 Expressão contínua

A FIG. 4.12 apresenta um conjunto *fuzzy* representado como expressão discreta. X é dado por $X = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$, $A = \{0,5 / -1 + 1,0 / 0 + 0,5 / 1\}$.

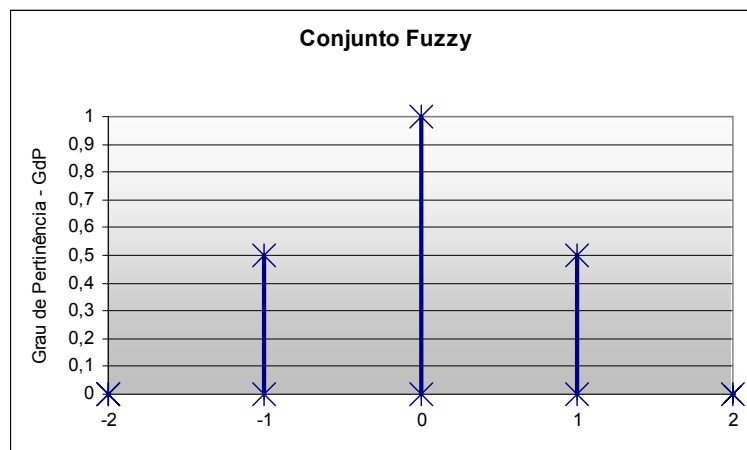


FIG. 4.12 Expressão discreta

4.5.1 PROCESSO DE DEFUZIFICAÇÃO

O processo de *defuzificação* ocorre após a inferência *fuzzy* e consiste na transformação de um vetor lingüístico em um resultado numérico bastante útil quando se deseja comparar resultados entre várias opções ou simplesmente ordená-los.

Nos casos em que uma resposta verbal ou qualitativa de componentes vetoriais for suficiente, esta etapa pode ser eliminada. Há casos em que se faz necessária a conciliação entre o vetor lingüístico e o valor *defuzificado* (TANAKA, 1997).

Segundo MENDEL (1995), existem vários métodos de “*defuzificação*”, os principais entre eles são, máximo (M), média dos máximos (M-o-M), centro dos máximos (C-o-M) e o centro da área (C-o-A) também chamado de centro de gravidade ou simplesmente centróide.

Como regra geral para realizar a *defuzificação* faz-se necessário encontrar a união lógica dos conjuntos em estudo. A seguir, das seções 4.5.1.1, a 4.5.1.4 são apresentados os métodos de *defuzificação* mencionados no parágrafo anterior.

4.5.1.1 MÁXIMO (M)

Este *defuzificador* examina, por exemplo, os conjuntos *fuzzy* (FIG. 4.13) e escolhe como saída valor preciso, o valor de y para o qual o GdP é máximo. Ele conduz a um particular resultado, no qual para a variável lingüística idade, com vetor de possibilidade $\{0,6; 0,3; 0,5\}$, o valor *defuzificado* (saída) é 10.

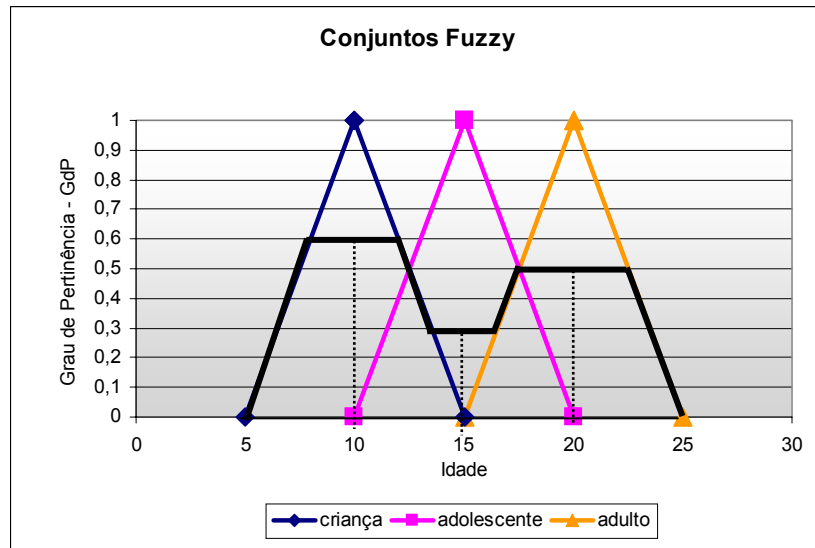


FIG. 4.13 Método de *defuzificação* máximo

4.5.1.2 MÉDIA DOS MÁXIMOS (M-o-M)

Este *defuzificador* analisa os conjuntos *fuzzy* e primeiro determina **os valores** de y ao qual GdP é máximo, então encontra o ponto médio entre os valores que têm o maior grau de pertinência. Infelizmente, ele pode levar a resultados particulares. Se o máximo valor do GdP somente ocorrer em um simples ponto, então o *defuzificador* media-dos-máximos reduz-se ao *defuzificador* máximo tal como ocorre na FIG. 4.13, ou seja, o maior grau de pertinência é 0,6 com valor no eixo x igual a 10.

Como exemplo de emprego do *defuzificador* M-o-M tem-se a FIG. 4.14, pode-se aplicado este *defuzificador* porque em todos os conjuntos o GdP é 1:
 $d^* = (10 + 15 + 20) / 3 = 15$.

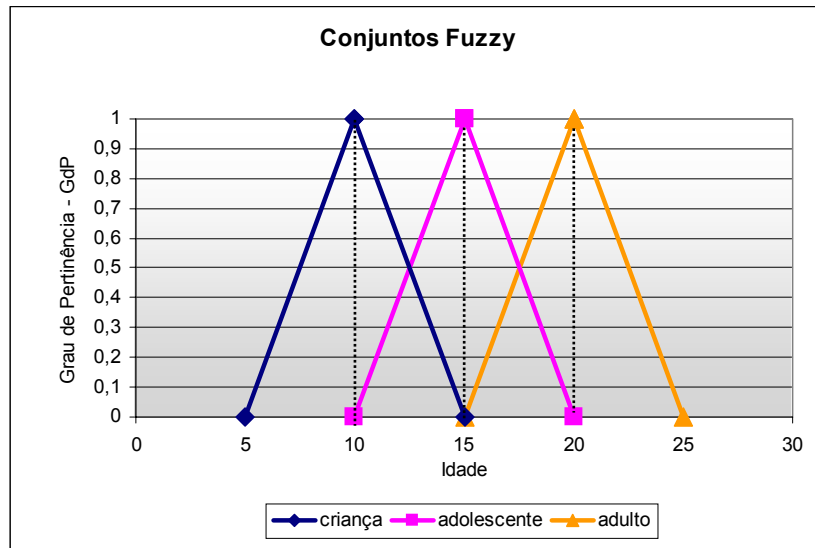


FIG. 4.14 Método de *defuzificação* média-dos-máximos

MENDEL (1995) enfatiza por meio de um exemplo FIG. 4.15 quando a utilização do *defuzificador* media-dos-máximos não faz sentido.

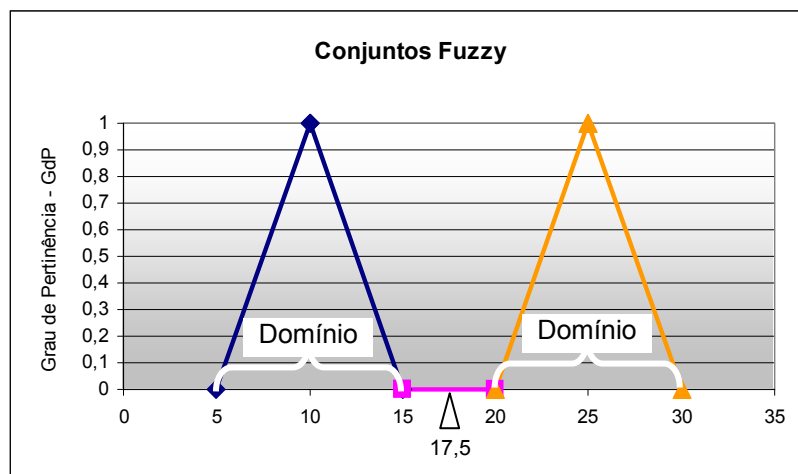


FIG. 4.15 Exemplo no qual o *defuzificador* M-o-M não faz sentido

A FIG. 4.15 apresenta uma situação onde GdP é descrita por dois conjuntos *fuzzy* triangulares separados ao qual ambos possuem o mesmo pico de amplitude. O resultado da *defuzificação* pela média-dos-máximos, $d^* = (10 + 20) / 2 = 17,5$, indica um valor fora do suporte do conjunto, ou seja, fora do domínio.

Segundo TANSCHKEIT (2004), o eixo x do plano cartesiano, constitui o domínio de um conjunto *fuzzy*.

Para MENDEL (1995) utilizar este *defuzificador* quando o este fato acontece não faz sentido porque o valor *defuzificado* encontra-se fora do domínio.

4.5.1.3 CENTRO DOS MÁXIMOS (C-o-M)

Segundo SHAW e SIMÕES (1999), neste método os picos das funções de pertinência representados no universo de discurso da função da variável de saída são usados, enquanto ignora as áreas das funções de pertinência; as contribuições múltiplas de regras são consideradas por esse método.

Os GdP do resultado lingüístico da inferência *fuzzy* são considerados como os pesos dos valores mais típicos dos termos lingüísticos. O valor de melhor compromisso é aquele que equilibra os pesos, ou seja, que utiliza uma média ponderada para determinar o melhor resultado.

A saída discreta é calculada como uma média ponderada dos *máximos*, cujos pesos são os resultados da inferência conforme ilustra a analogia da FIG. 4.16 (SHAW e SIMÕES, 1999), é calculada pela EQ. 4.4.

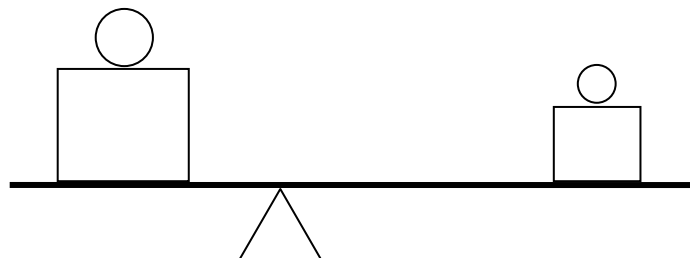


FIG. 4.16 Analogia para a *defuzificação* pelo centros-dos-máximos

$$d^* = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad \text{EQ. 4.4}$$

Onde:

μ = grau de certeza de cada conjunto;

X = valor da abscissa onde ocorre o máximo das funções.

A FIG. 4.17 apresenta um exemplo de conjuntos *fuzzy* para emprego do *defuzificador* centro-dos-máximos.

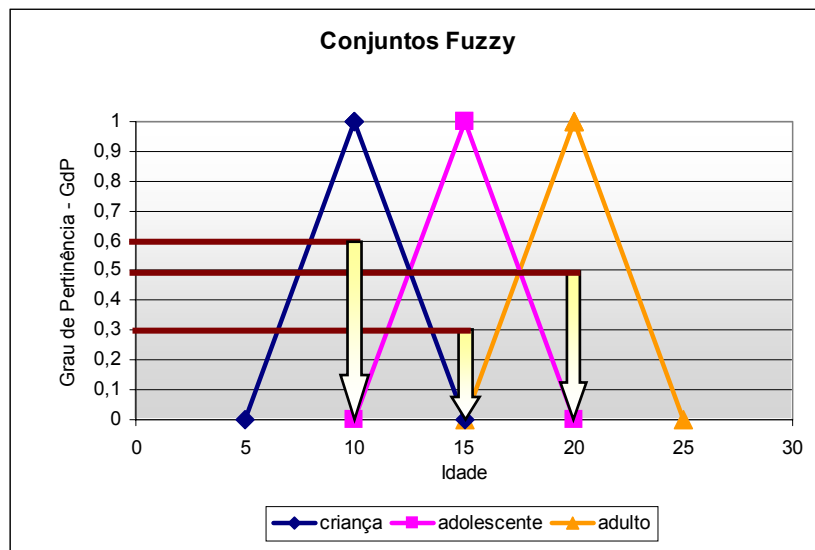


FIG. 4.17 Método de *defuzificação* centro-dos-máximos

$$d^* = \frac{(0,6 \cdot 10 + 0,3 \cdot 15 + 0,5 \cdot 20)}{(0,6 + 0,3 + 0,5)} = 14,6$$

O método conduz a um particular resultado, no qual para a variável lingüística idade, com vetor de possibilidade {0,6/criança; 0,3/adolescente; 0,5/adulto}, o valor *defuzificado* (saída) é 14,6.

Este *defuzificador* apresenta a sua relevância em avaliações qualitativas, por ter como foco a utilização de *pesos*, assim, o conjunto com maior *peso* (grau de pertinência) exerce maior influência.

4.5.1.4 CENTRO-DA-ÁREA (C-o-A)

Este método de *defuzificação* se dá por meio do cálculo do centróide da área formada pelas funções de pertinência, limitadas pelo vetor de possibilidades (vetor de pertinências).

Na FIG. 4.18 a seguir tem-se hipoteticamente o vetor de possibilidades representando o valor de saída *fuzzy* a ser *defuzificado* {0,6/criança; 0,3/adolescente; 0,5/adulto}.

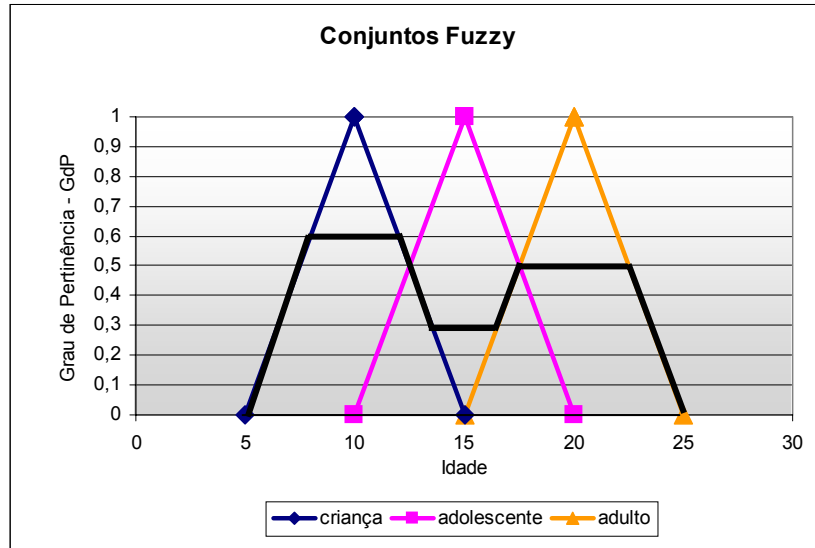


FIG. 4.18 Defuzificação centro-da-área

A FIG. 4.19 apresenta a união lógica dos conjuntos *fuzzy* da FIG. 4.18.

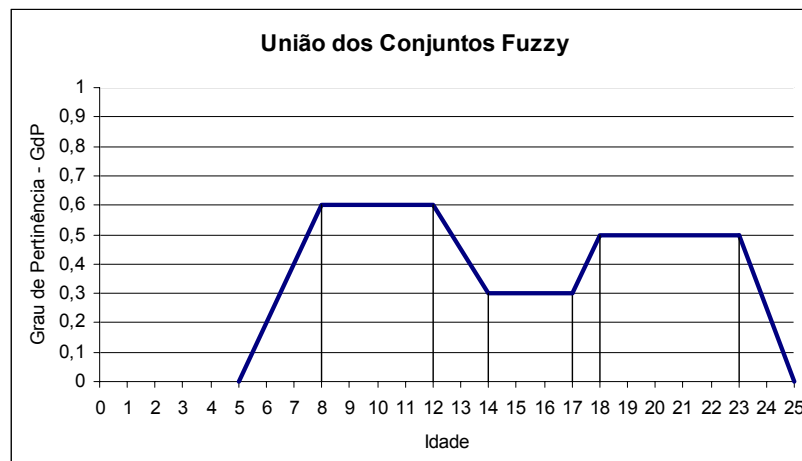


FIG. 4.19 União lógica dos conjuntos *fuzzy*

ROSS (1995) sugere para o cálculo do centro-da-área trabalhar os dados como uma função contínua, visto que a união dos conjuntos *fuzzy* na FIG. 4.19 é formada por retas e não por pontos.

A *defuzificação* é dada pela expressão algébrica EQ. 4.5.

$$d^* = \frac{\int \mu_x(x)xdx}{\int \mu_x(x)dx} \quad \text{EQ. 4.5}$$

De acordo com o método do centro-da-área, o valor *defuzificado* (d^*) pode ser determinado usando a equação acima EQ. 4.5.

$$d^* = \frac{\int \mu_x(x)xdx}{\int \mu_x(x)dx} = \frac{\left[\int_5^8 (0,2x-1)x/x + \int_8^{12} (0,6)x/x + \int_{12}^{14} (-0,15x+2,4)x/x + \int_{14}^{17} (0,3)x/x + \int_{17}^{18} (0,2x-3,1)x/x + \int_{18}^{23} (0,5)x/x + \int_{23}^{25} (-0,25x+6,25)x/x \right]}{\left[\int_5^8 (0,2x-1)/x + \int_8^{12} (0,6)/x + \int_{12}^{14} (-0,15x+2,4)/x + \int_{14}^{17} (0,3)/x + \int_{17}^{18} (0,2x-3,1)/x + \int_{18}^{23} (0,5)/x + \int_{23}^{25} (-0,25x+6,25)/x \right]}$$

$$d^* = 14,68$$

“A *defuzificação* baseado no centro das áreas, calcula o centróide da área composta que representa o termo de saída fuzzy, apresentando pequenos problemas quando as funções de pertinência não possuem sobreposição ou quando mais de uma regra apresenta a mesma saída *fuzzy*, gerando uma sobreposição de áreas que não são devidamente contabilizadas” (SHAW e SIMÕES, 1999).

4.5.1.5 SUGESTÕES SOBRE QUAL MÉTODO DE *DEFUZIFICAÇÃO* UTILIZAR

SHAW e SIMÕES (1999) dividem as aplicações dos *defuzificadores* em três grupos: malha fechada, reconhecimento de padrões e suporte à decisão. A aplicação dos *defuzificadores* pelos referidos autores tem como cerne servir de aconselhamento.

Na aplicação para malha fechada, a propriedade de continuidade é importante, a saída de um controlador *fuzzy* (ferramenta computacional) controla uma variável de processo, devido a possível instabilidade e oscilação de um controlador, faz-se prudente optar pela *defuzificação* C-o-M.

Para o reconhecimento de padrões, pode-se usar o método M-o-M porque se deseja identificar objetos pela classificação do sinal de um sensor. O vetor de possibilidades de saída é o resultado da classificação, porque ele contém informações sobre a similaridade entre o sinal e os objetos-padrão.

Em suporte à decisão, podem ser usados os *defuzificadores* C-o-M ou M-o-M dependendo do contexto da decisão. Decisões quantitativas, como alocação de recursos, ou priorização de projetos, aconselha-se usar o C-o-M, enquanto M-o-M é aconselhado para decisões qualitativas, como detecção de fraude em cartão de crédito e avaliação de crédito.

Mediante o abordado em relação aos *defuzificadores* pode-se perceber que em todos exemplos de *defuzificação* o valor de saída foi diferente.

O *defuzificador* C-o-M será utilizado por melhor se adequar às necessidades da pesquisa no que diz respeito ao tratamento dos dados extraídos a partir dos questionários desenvolvidos, esse tipo de *defuzificador* satisfaz por ter como cerne a utilização de *pesos*.

4.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A lógica *fuzzy* tem sido freqüentemente empregada na análise de opções onde parâmetros qualitativos e quantitativos devem ser considerados. A possibilidade de tratar os parâmetros qualitativos no processo de modelagem pode levar a obtenção de resultados mais precisos.

Com a lógica *fuzzy* é possível obter uma avaliação global das opções analisadas, uma vez que o resultado final é um valor numérico decorrente de todo um agrupamento de parâmetros.

A simplicidade e facilidade de tratar informações imprecisas e vagas possibilita à teoria dos conjuntos *fuzzy* atender, de modo satisfatório, um dos seus principais objetivos que é o desenvolvimento de uma metodologia para a formulação e solução de problemas bastante complexos ou mal formulados sob o ponto-de-vista das técnicas convencionais.

A modelagem *fuzzy* pode ser entendida como um modo de descrever qualitativamente o comportamento de um sistema pelo uso da linguagem natural, tomando como ferramenta um método baseado na experiência e/ou senso comum de conhecimento das pessoas.

4.7 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

As características da lógica *fuzzy* destacadas neste capítulo mostram-se de grande importância no que diz respeito a seleção de indicadores, onde o processo de tomada de decisão, em geral realizado com base em parâmetros subjetivos e nem sempre explícitos, torna-se mais claro e objetivo.

A possibilidade de tratar de modo aproximado a partir do conhecimento das pessoas a subjetividade encontrada no ser humano torna a utilização desta ferramenta uma forte aliada para a seleção de indicadores da qualidade para o gerenciamento do transporte público urbano de passageiro pelo órgão gestor.

No capítulo a seguir será abordado o método de seleção de indicadores com a utilização da lógica *fuzzy*.

5 MÉTODO PROPOSTO

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

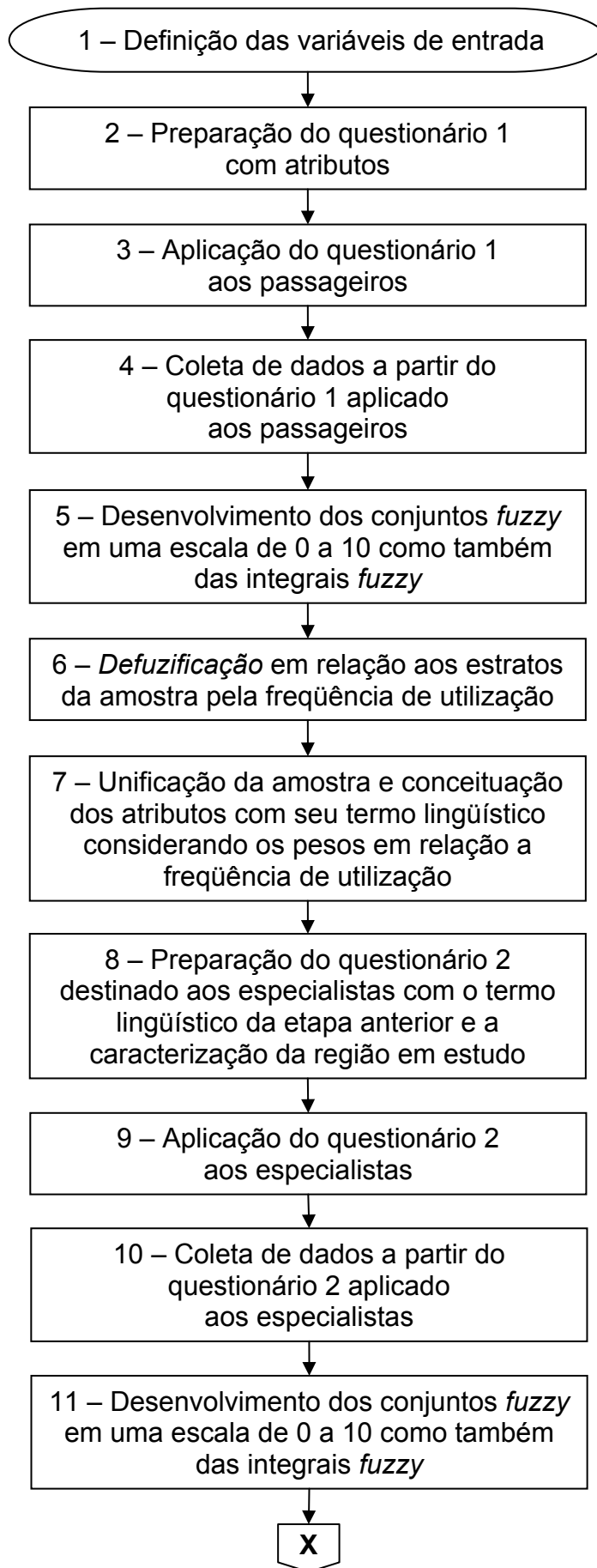
A seleção de indicadores para gerenciamento da qualidade do transporte público urbano de passageiros – ônibus (TPUPO) pelo órgão gestor não dispõe, na grande maioria das vezes, de um método científico para a seleção dos indicadores da qualidade.

Mediante o exposto no capítulo 3, verificou-se a existência de um grande número de indicadores da qualidade, que induz à pergunta: – *quais indicadores o órgão gestor deve utilizar*. Vários técnicos acreditam que sabem o que os passageiros desejam, como por exemplo, o passageiro dar maior importância à obtenção de um serviço de menor custo, quando ele quer um serviço que lhe proporcione maior conforto.

Em vista disso à priori buscou-se desenvolver um método de avaliação da qualidade tomando como base o grau de importância dos atributos da qualidade pelos passageiros para o transporte público urbano de passageiros por ônibus utilizando o questionário 1 (APÊNCIDE 1) e, a posterior foram consultados os especialistas para identificar quais indicadores devem ser utilizados pelo órgão gestor tomando como base o grau de importância dos atributos avaliados pelos passageiros e as características da região em estudo que servem de informação para preparar o questionário 2 (APÊNDICE 11), para gestão da qualidade do dito transporte. O método está estruturado consoante o fluxograma descrito em 5.2.

5.2 FLUXOGRAMA DO MÉTODO DE SELEÇÃO DE INDICADORES

O método foi estruturado conforme a FIG. 5.1.



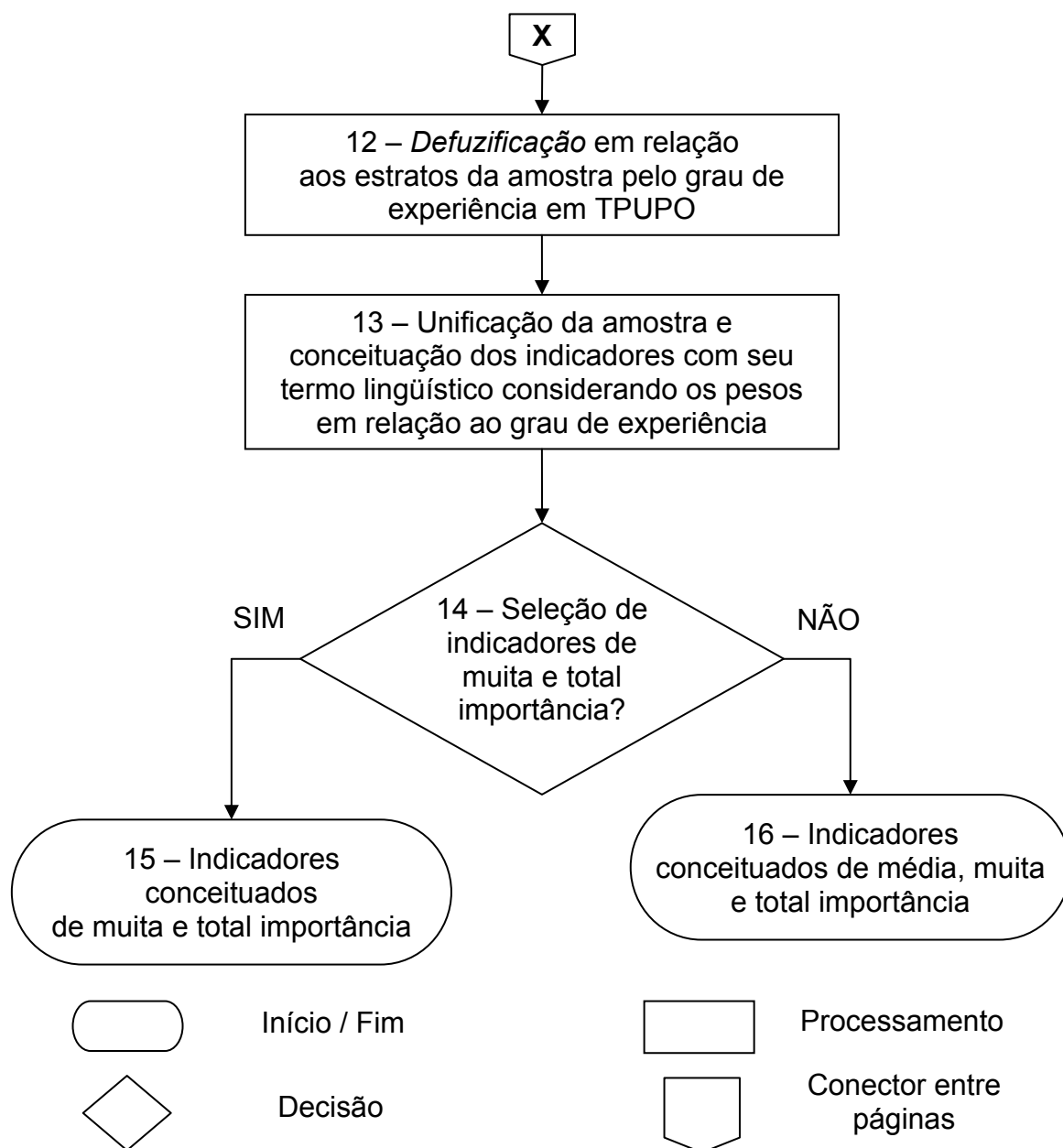


FIG. 5.1 Fluxograma do método proposto

5.2.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA

Nesta etapa, mediante levantamento bibliográfico, devem ser definidos quais atributos e respectivos indicadores da qualidade para transporte público urbano de passageiros por ônibus preparam o questionário 1 e o questionário 2 (ver questionários adotados nos APÊNDICES de 1 a 4 e de 14 a 21). O primeiro

questionário destina-se a coletar dados dos passageiros e o segundo dos especialistas.

5.2.2 PREPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 COM OS ATRIBUTOS

Nesta etapa, após o levantamento bibliográfico, o questionário 1 (APÊNDICES de 1 a 4) é preparado com os atributos. O questionário adotado para avaliação dos atributos segue o modelo em FIG. 5.2.

TÍTULO DO QUESTIONÁRIO			
Identificação da origem da coleta de dados			
Descrição da finalidade do questionário			
1 – Definição do grau de importância que cada atributo deva ter em um sistema de transporte público urbano de passageiros.			
Atributo em avaliação			
Descrição do atributo			
Escala de valores utilizada para a avaliação dos atributos			
2 – Escala numérica para desenvolvimento dos conjuntos <i>fuzzy</i>			
	Graus	Nota	
	Nenhuma Importância		
	Pouca Importância		
	Média Importância		
	Muita Importância		
	Total Importância		
3 – Informações adicionais sobre:			
Sexo		Idade:	
Escolaridade:			
4 – Grau de utilização do transporte público urbano de passageiros			
Escala de valores utilizada para a avaliação do grau de experiência			

FIG. 5.2 Estrutura do questionário 1

5.2.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 AOS PASSAGEIROS

A etapa 3 tem o objetivo de identificar o grau de importância dos atributos por cada passageiro entrevistado.

Dentre os pontos abordados na estrutura do questionário 1 destacam-se:

- a escala de valores utilizada para avaliação do grau de importância dos atributos e do grau de utilização do sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus;
- a escala numérica para desenvolvimento dos conjuntos *fuzzy*.

Na avaliação foi empregada para aferição, tanto do grau de importância como do grau de utilização, a escala de medida ordinal do tipo *Likert*.

Na escala ordinal, as características são ordenadas (de maneira crescente ou decrescente) em situações para as quais a posição associada é importante.

Segundo PEREIRA (2001), na concepção de uma escala de medida para um fenômeno qualitativo a representação numérica deve sugerir as manifestações esperadas do objeto de estudo. LIKERT (1932) propôs uma escala ordinal de cinco pontos com um ponto médio para registro da manifestação de situação intermediária, de indiferença ou de nulidade, do tipo *ótimo, bom, regular, ruim e péssimo*. Essa escala tornou-se um paradigma da mensuração qualitativa e desde então tem sido largamente aplicada, quer na composição original quer em adaptações para diferentes objetos de estudo.

“O sucesso da escala Likert deve residir no fato de que ela tem a sensibilidade de recuperar conceitos aristotélicos da manifestação de qualidades: reconhece a oposição entre contrários; reconhece gradiente; e reconhece situação intermediária” (PEREIRA, 2001).

Pesquisas desenvolvidas por VINIEGRAS (2003), MARTINS (2002), MAÇADA e BORENSTEIN (2000) e NAVES e GOMES (1999), e utilizaram a escala ordinal *Likert* como escala de medida.

Com base no exposto, foi estabelecido no questionário 1 uma escala ordinal de cinco pontos do tipo *Likert*, como apresentado na TAB. 5.1.

TAB. 5.1 Escalas de valores utilizadas no questionário 1

Grau de importância	Grau de utilização
(1) Nenhuma Importância – NI	(1) Nenhuma Utilização – NU
(2) Pouca Importância – PI	(2) Pouca Utilização – PU
(3) Média Importância – Mdl	(3) Média Utilização – MdU
(4) Muita Importância – MI	(4) Muita Utilização – MU
(5) Total Importância – TI	(5) Total Utilização – TU

5.2.4 COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS

No desenvolver do método de seleção de indicadores que pudesse ser utilizado por um órgão gestor gerou a necessidade de trabalhar com o planilhas eletrônicas por apresentar qualidades como: ser extremamente popular; estar presente na maioria dos computadores; poder ser entendido e aprendido com facilidade; dispor de visualização imediata dos resultados; possuir interface gráfica de fácil compreensão.

Assim, os dados coletados por meio do questionário 1 foram transferidos para uma planilha eletrônica.

5.2.5 DESENVOLVIMENTO DOS CONJUNTOS *FUZZY* EM UMA ESCALA DE 0 A 10 COMO TAMBÉM DAS INTEGRAIS *FUZZY*

Segundo CURY (1999), as funções de pertinência para a construção dos conjuntos *fuzzy* têm origem na opinião e no conhecimento de seres humanos.

Para a construção dos conjuntos *fuzzy*, foi desenvolvido um critério baseado em BRAGA *et al.* (1995) no qual perguntava-se ao entrevistado, por exemplo, no conjunto dos números naturais $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$, quais valores eram considerados como grande, solicitando-se espontaneamente a resposta “SIM” ou “NÃO”.

BRAGA *et al.* (1995) e ZIMMERMANN (1991) utilizaram uma escala de 0 a 10 nos exemplos apresentados em seus respectivos livros para a determinação dos conjuntos *fuzzy*. A utilização se dá pelo fato da fácil percepção do ser humano mediante a escala de valores utilizada.

Segundo MCDANIEL e GATES (2003) e MARTINS (2000), a aplicação de questionário deve ser a mais sucinta possível, sempre avaliando a extensão do questionário para não torná-lo cansativo e de difícil interpretação. De posse desse fato, incrementar no questionário desenvolvido o critério sugerido por BRAGA *et al.* (1995) tornou-se inviável por consumir uma grande quantidade de tempo.

Em vista disso, o critério adotado foi de fácil entendimento. Ele está estruturado do seguinte modo:

- numa escala de 0 a 10, atribua uma nota mínima a cada um dos graus de importância a seguir, partindo de nenhuma importância (nota 0) e aumentando a nota na ordem de pouca, média, muita e total importância.

TAB. 5.2 Critério adotado

Graus	Nota
Nenhuma Importância	0
Pouca Importância	
Média Importância	
Muita Importância	
Total Importância	

O termo lingüístico varia do seu respectivo menor valor até o valor anterior ao menor valor do termo lingüístico subsequente, conforme exemplo em TAB. 5.3.

TAB. 5.3 Intervalo numérico para os termos lingüísticos

Entrevistados	menor valor do termo lingüístico subsequente										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NI	NI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI	TI
2	NI	PI	PI	PI	Mdl	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI
3	NI	NI	NI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI
4	NI	NI	NI	PI	PI	PI	PI	Mdl	MI	MI	TI
5	NI	NI	PI	PI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI

A aplicação do questionário 1 obedeceu ao critério mínimo abordado no capítulo 5 exposto por CURY (1999), de 30 entrevistados, se não-especialistas.

A TAB. 5.4 apresenta a freqüência absoluta de um exemplo hipotético a partir da TAB. 5.3.

TAB. 5.4 Freqüência absoluta

Graus (termo lingüístico)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NI	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
PI	0	1	3	5	3	2	1	0	0	0	0
Mdl	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0
MI	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	0
TI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5

A TAB. 5.5 apresenta os números *fuzzy* mediante normalização da freqüência absoluta em TAB. 5.4.

A normalização é dada pela divisão dos valores na linha correspondente ao termo lingüístico pelo maior valor da linha referente.

TAB. 5.5 Números *fuzzy* mediante normalização das respostas

Graus (termo lingüístico)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NI	1,00	0,80	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00				
PI	0,00	0,20	0,60	1,00	0,60	0,40	0,20	0,00	0,00		
Mdl			0,00	0,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00
MI					0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	0,50	0,00
TI							0,00	0,00	0,20	0,60	1,00

A FIG. 5.3 exibe os conjuntos *fuzzy* mediante a normalização dos graus dos termos lingüísticos da TAB. 5.5.

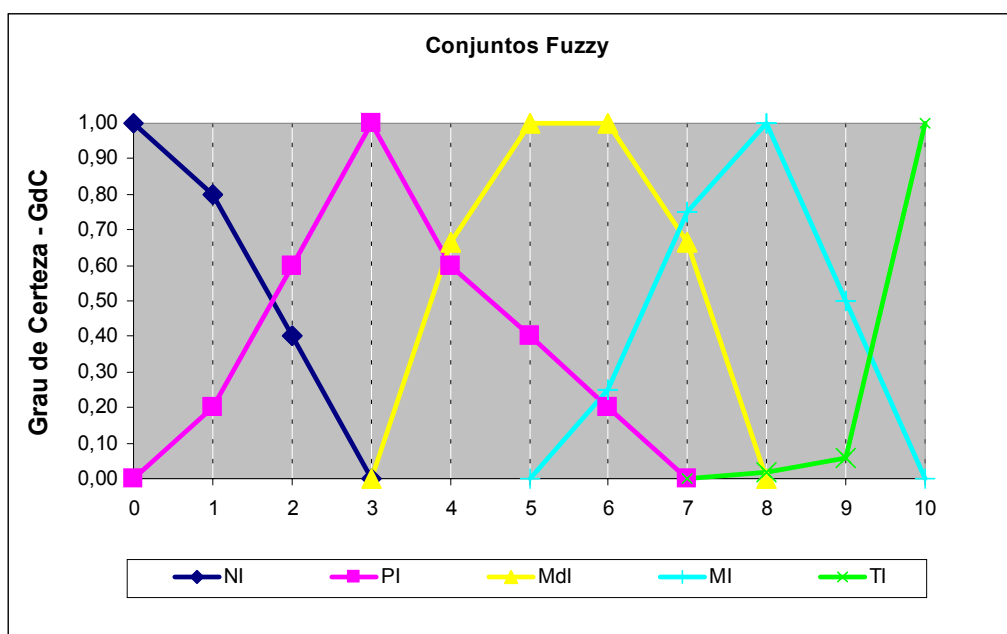


FIG. 5.3 Exemplo de conjunto *fuzzy* extraído do questionário 1

As integrais *fuzzy* têm a função de expressar matematicamente os termos lingüísticos avaliados pelos passageiros.

NI

$$\int_0^1 -0,2x + 1/x + \int_1^3 -0,4x + 1,2/x$$

PI

$$\int_0^1 0,2x/x + \int_1^3 -0,4x - 0,2/x + \int_3^4 -0,4x + 2,2/x + \int_4^7 -0,2x + 1,4/x$$

MdI

$$\int_3^4 0,6667x - 2/x + \int_4^5 0,3333x - 0,6667/x + \int_5^6 1/x + \int_6^7 -0,3333x + 3/x + \int_7^8 -0,6667x + 5,3333/x$$

MI

$$\int_5^6 0,25x - 1,25/x + \int_6^7 0,5x - 2,75/x + \int_7^8 0,25x - 1/x + \int_8^{10} -0,5x + 5/x$$

TI

$$\int_7^8 0,2x - 1,4/x + \int_8^{10} 0,4x - 3/x$$

5.2.6 DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

O *defuzificador* centro-do-máximo (C-o-M) foi escolhido devido a ser o mais indicado para suporte à decisão de dados qualitativos (SHAW e SIMÕES, 1999), e por ter como foco a utilização de pesos adquiridos por meio das frequências das respostas.

A amostra foi separada, ou seja, foi *defuzificada* de acordo com os estratos consoante a frequência de utilização para a geração do conceito dos atributos avaliados pelos passageiros. A razão para tal foi justificada por SILVA (1999), que diz:

“Às vezes, a população é heterogênea e a amostragem simples não refletiria essa heterogeneidade. Nesses casos, utiliza-se uma amostragem denominada estratificada” (SILVA, 1999).

A FIG. 5.4 apresenta um exemplo de valor *defuzificado* mediante o seu estrato, frequência de utilização.

estrato em relação a frequência de utilização	nº do questionário				grau de importância					valor defuzificado	
	3	4	6	7	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D	
→ 1	2	3	3	4	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	6,50	
	1	1	1	1							
	1	5	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D			
	3	2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00			
	2	2									
	10	11	12	14	15	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
	3	4	4	5	5	0,40	0,40	0,20	0,00	0,00	9,00
	3	3	3	3	3						
	8	9	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D			
	2	3	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00			
	4	4									
	7	2	13	17	18	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
	3	5	5	5	5	0,80	0,00	0,20	0,00	0,00	9,40
	5	5	5	5	5						

FIG. 5.4 Exemplo de valor *defuzificado* de acordo com seu estrato – frequência de utilização

5.2.7 UNIFICAÇÃO DA AMOSTRA E CONCEITUAÇÃO DOS ATRIBUTOS COM SEU TERMO LINGÜÍSTICO CONSIDERANDO OS PESOS EM RELAÇÃO A FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

A unificação (U) da amostra faz-se necessária para identificar como a amostra em estudo avalia o atributo. Para tal optou-se pela média ponderada por utilizar pesos.

Determina-se a média aritmética ponderada somando-se todas as parcelas determinadas pelo produto de cada valor pelo seu peso e dividindo-se o total pela soma dos pesos, a formula é dada na EQ. 5.1:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n e_i D_i}{\sum_{i=1}^n e_i} \quad \text{EQ. 5.1}$$

onde, e_i = estrato da parcela *defuzificada* i ;

D_i = valor *defuzificado* i .

Os pesos no processo de unificação da avaliação da amostra são dados pela escala ordinal *Likert* de grau de freqüência de utilização pelo passageiro.

Nesta etapa não devem ser confundidos os pesos do processo de *fuzificação* que consiste nos números *fuzzy* para o grau de importância pelos passageiros. Os pesos empregados na unificação consistem na própria escala *Likert* variando de 1 a 5 de acordo com o grau de utilização.

A adoção da média aritmética ponderada, considerando a escala *Likert*, se dá pelo fato de que o indivíduo de maior grau de utilização exerce maior influência na avaliação.

De posse da FIG. 5.4, pode-se exemplificar uma unificação (U) mediante estrato e o valor *defuzificado*.

$$U = \frac{(1*6,5 + 2*5 + 3*9 + 4*5 + 5*9,4)}{(1 + 2 + 3 + 4 + 5)} = 7,37$$

Para a conceituação, a matriz do vetor de possibilidade, já abordada no capítulo 4, é o ponto principal mediante o valor unificado. Segundo FERREIRA (1999), conceito significa a ação de formular uma idéia por meio de palavras, como também o pensamento, idéia ou opinião a cerca de algo.

A conceituação dá-se do seguinte modo:

- a. após a unificação da amostra estratificada, deve-se arredondar o valor final sem nenhuma casa decimal;
- b. dirigir-se a coluna correlata ao valor arredondado na matriz do vetor de possibilidades;
- c. verificar nessa coluna qual a linha de maior valor do grau de pertinência;
- d. dirigir-se pela linha do maior grau de pertinência verificado até o termo lingüístico na coluna grau de importância.

Para melhor compreensão segue exemplo na FIG. 5.5.

GRAUS DE IMPORTÂNCIA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nenhuma Importância	1,00	0,88	0,45	0,19	0,07	0,05	0,00				
Pouca Importância	0,00	0,15	0,68	1,00	1,00	0,62	0,18	0,06	0,00		
Média Importância				0,00	0,14	0,54	1,00	0,83	0,17	0,00	
Muita Importância						0,00	0,03	0,31	1,00	0,94	0,00
Total Importância								0,00	0,02	0,21	1,00

FIG. 5.5 Matriz vetor de possibilidades

Desse modo, utilizando o vetor de possibilidades, tem-se a conceituação dos demais atributos.

5.2.8 PREPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS COM O TERMO LINGÜÍSTICO DA ETAPA ANTERIOR E A CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO EM ESTUDO

Nesta etapa, após o levantamento bibliográfico dos atributos em TAB. 3.2, TAB. 3.3 e TAB. 3.4, o questionário 2 (APÊNDICES de 14 a 21) é preparado com os conceitos de cada atributo anteriormente avaliados pelos passageiros e os indicadores relacionados aos atributos. O questionário adotado para avaliação dos indicadores segue o modelo em FIG. 5.6.

TÍTULO DO QUESTIONÁRIO													
Identificação da origem da coleta de dados													
Descrição da finalidade do questionário													
Caracterização da Região em estudo													
1 – Definição do grau de importância que cada indicador deva ter em um sistema de transporte público urbano de passageiros													
Atributo: Nome do atributo Conceito: Grau de importância	Descrição do atributo												
Indicadores	Grau de Importância												
Listagem de indicadores relacionados ao atributo	Escala de valores para a avaliação dos indicadores												
2 – Escala numérica para desenvolvimento dos conjuntos <i>fuzzy</i>													
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Graus</th> <th style="text-align: center;">Nota</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Nenhuma Importância</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pouca Importância</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Média Importância</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muita Importância</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Total Importância</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Graus	Nota	Nenhuma Importância	0	Pouca Importância		Média Importância		Muita Importância		Total Importância	
Graus	Nota												
Nenhuma Importância	0												
Pouca Importância													
Média Importância													
Muita Importância													
Total Importância													
3 – Informações adicionais sobre:													
Sexo:	Idade:												
Escolaridade:													
Grau de experiência em transporte público urbano de passageiros por ônibus: Escala de valores utilizada para a avaliação do grau de experiência													
4 – Comentários:													

FIG. 5.6 Estrutura do questionário 2

Dentre os pontos abordados na preparação do questionário 2 destacam-se:

- o conceito atribuído a cada atributo, conforme o seu grau de importância;
- a caracterização da região em estudo;
- e os indicadores relacionados aos atributos em TAB. 3.2, TAB. 3.3 e TAB. 3.4.

Tendo em vista a necessidade conhecer as opiniões dos passageiros optou-se em incluir o grau de importância avaliado na amostra de passageiros coletada da região em estudo.

O significado de região, aqui utilizado, diz respeito à área abrangida pela rota do veículo.

Para a caracterização da região estudada, tomou-se como base a localização da região no território brasileiro, o clima, a temperatura, a proveniência e a velocidade do vento, a umidade do ar, a atividade a que se destina, a densidade demográfica, a classe social da população residente e flutuante (não residente) e o perfil dos passageiros.

Os indicadores que alimentam o questionário 2 são os adquiridos mediante o levantamento bibliográfico.

5.2.9 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 AOS ESPECIALISTAS

Dentre os pontos abordados na aplicação do questionário 2 destacam-se:

- a escala de valores utilizada para avaliação do grau de importância dos indicadores;
- e a escala de valores utilizada para o grau de experiência dos especialistas em sistema de transporte público urbano de passageiros por ônibus.

A escala de valores para o questionário 2 também segue uma escala *Likert* conforme está exposta na TAB. 5.6.

TAB. 5.6 Escalas de valores utilizadas no questionário 2

Grau de importância	Grau de experiência
(1) Nenhuma Importância – NI	(1) Nenhuma Experiência – NE
(2) Pouca Importância – PI	(2) Pouca Experiência – PE
(3) Média Importância – Mdl	(3) Média Experiência – MdE
(4) Muita Importância – MI	(4) Muita Experiência – ME
(5) Total Importância – TI	(5) Total Experiência – TE

Pesquisas desenvolvidas por NAVES e GOMES (1999), VINIEGRAS (1999), MAÇADA e BORENSTEIN (2000) e MARTINS (2002) utilizaram a escala ordinal *Likert* como escala de medida.

5.2.10 COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS

Nesta etapa tal qual a etapa 5.2.4 também houve a preocupação de utilizar planilhas eletrônicas por apresentar qualidades como: ser extremamente popular; estar presente na maioria dos computadores; poder ser entendido e aprendido com facilidade; dispor de visualização imediata dos resultados; possuir interface gráfica de fácil compreensão.

Assim, os dados coletados no questionário 2 foram transferidos para uma planilha eletrônica.

5.2.11 DESENVOLVIMENTO DOS CONJUNTOS *FUZZY* EM UMA ESCALA DE 0 A 10 COMO TAMBÉM DAS INTEGRAIS *FUZZY*

Pelas mesmas razões expostas na seção 5.2.5 por CURY (1999), BRAGA *et al.* (1995), ZIMMERMANN (1991) para o desenvolvimento dos conjuntos *fuzzy* e por MCDANIEL (2003) e MARTINS (2000) para a elaboração de questionários.

Segundo CURY (1999), as funções de pertinência para a construção dos conjuntos *fuzzy* têm origem na opinião e no conhecimento de seres humanos.

O critério proposto para desenvolvimento dos conjuntos *fuzzy* foi estruturado do seguinte modo:

- numa escala de 0 a 10, atribua uma nota mínima a cada um dos graus de importância a seguir, partindo de nenhuma importância (nota 0) e aumentando a nota na ordem de pouca, média, muita e total importância.

TAB. 5.7 Critério adotado

Graus	Nota
Nenhuma Importância	0
Pouca Importância	
Média Importância	
Muita Importância	
Total Importância	

O termo lingüístico varia do menor valor até o valor anterior ao menor valor do termo lingüístico subsequente conforme exemplo em TAB. 5.8.

TAB. 5.8 Intervalo numérico para os termos lingüísticos

Entrevistados	menor valor do termo lingüístico subsequente										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	NI	NI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI	TI
2	NI	PI	PI	PI	Mdl	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI
3	NI	NI	NI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI	TI
4	NI	NI	NI	PI	PI	PI	PI	Mdl	MI	MI	TI
5	NI	NI	PI	PI	PI	PI	Mdl	Mdl	MI	MI	TI

A aplicação do questionário 2 obedeceu ao critério mínimo exposto por BRAGA *et al.* (1995) de 15 entrevistados, se especialistas. A TAB. 5.9 apresenta a frequência absoluta obtida a partir da TAB. 5.8.

A TAB. 5.10 apresenta os números *fuzzy* mediante normalização da frequência absoluta da TAB. 5.9.

TAB. 5.9 Frequência absoluta

Graus (termo lingüístico)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NI	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
PI	0	1	3	5	3	2	1	0	0	0	0
Mdl	0	0	0	0	2	3	3	2	0	0	0
MI	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	0
TI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5

A normalização é dada pela divisão dos valores na linha correspondente ao termo lingüístico pelo maior valor da linha referente.

TAB. 5.10 Números *fuzzy*

Graus (termo lingüístico)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NI	1,00	0,80	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00				
PI	0,00	0,20	0,60	1,00	0,60	0,40	0,20	0,00	0,00		
Mdl			0,00	0,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00
MI					0,00	0,00	0,25	0,75	1,00	0,50	0,00
TI							0,00	0,00	0,20	0,60	1,00

A FIG. 5.7 exibe os conjuntos *fuzzy* mediante a normalização dos graus dos termos lingüísticos da .TAB. 5.10.

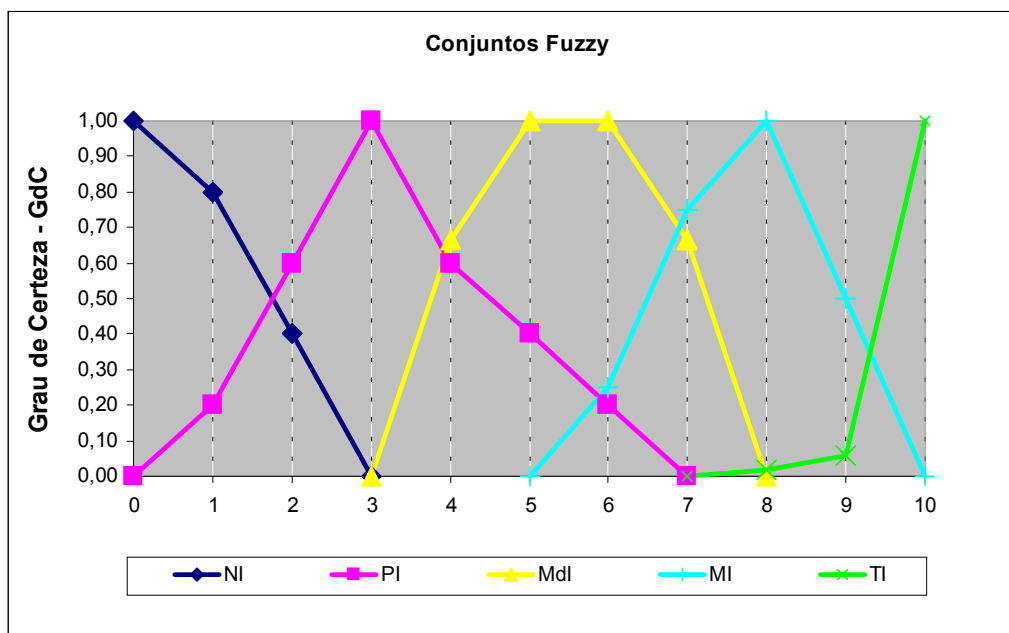


FIG. 5.7 Exemplo de conjunto *fuzzy* extraído a partir de questionário 2

As integrais *fuzzy* tem a função de expressar matematicamente os termos lingüísticos avaliados pelos especialistas.

NI

$$\int_0^1 -0,2x + 1/x + \int_1^3 -0,4x + 1,2/x$$

PI

$$\int_0^1 0,2x/x + \int_1^3 -0,4x - 0,2/x + \int_3^4 -0,4x + 2,2/x + \int_4^7 -0,2x + 1,4/x$$

MdI

$$\int_3^4 0,6667x - 2/x + \int_4^5 0,3333x - 0,6667/x + \int_5^6 1/x + \int_6^7 -0,3333x + 3/x + \int_7^8 -0,6667x + 5,3333/x$$

MI

$$\int_5^6 0,25x - 1,25/x + \int_6^7 0,5x - 2,75/x + \int_7^8 0,25x - 1/x + \int_8^{10} -0,5x + 5/x$$

TI

$$\int_7^8 0,2x - 1,4/x + \int_8^{10} 0,4x - 3/x$$

5.2.12 DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS

O *defuzificador* centro-do-máximo (C-o-M) foi escolhido devido a ser o mais indicado para suporte à decisão de dados qualitativos (SHAW E SIMÕES, 1999), e por ter como foco a utilização de pesos adquiridos por meio das freqüências das respostas.

A amostra foi separada, ou seja, foi *defuzificada* de acordo com os estratos consoante o grau de experiência para a geração do conceito dos indicadores avaliados pelos especialistas. A razão para tal foi justificada por SILVA (1999), que diz:

“Às vezes, a população é heterogênea e a amostragem simples não refletiria essa heterogeneidade. Nesses casos, utiliza-se uma amostragem denominada estratificada” (SILVA, 1999).

A FIG. 5.8 apresenta um exemplo de valor *defuzificado* mediante o estrato, grau de experiência.

estrato em relação ao grau de experiência	nº do questionário		grau de importância					valor <i>defuzificado</i>			
	36	47	f - T	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D			
1	2	3	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00			
	1	1									
2	21	11	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00			
	3	2									
	2	2									
3	1	2	3	6	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	6,50	
	2	3	3	4							
	3	3	3	3							
4	4	8	12	14	22	0,40	0,40	0,20	0,00	0,00	9,00
	3	4	4	5	5						
	4	4	4	4	4						
5	5	10	19	20	24	0,80	0,00	0,20	0,00	0,00	9,40
	3	5	5	5	5						
	5	5	5	5	5						

FIG. 5.8 Exemplo de valor *defuzificado* de acordo com seu estrato – grau de experiência

5.2.13 UNIFICAÇÃO DA AMOSTRA E CONCEITUAÇÃO DOS INDICADORES COM SEU TERMO LINGÜÍSTICO CONSIDERANDO OS PESOS EM RELAÇÃO AO GRAU DE EXPERIÊNCIA

A unificação da amostra faz-se necessária para identificar como a amostra em estudo avalia o indicador. Para tal optou-se pela média ponderada por utilizar pesos.

Os pesos no processo de unificação da avaliação da amostra são dados pela escala ordinal *Likert* de grau de experiência pelo especialista.

Nesta etapa não devem ser confundidos os pesos do processo de *fuzificação* que consiste nos números *fuzzy* de grau de experiência pelo especialista. Os pesos

empregados na unificação consistem na própria escala *Likert* variando de 1 a 5 de acordo com o grau de experiência pelo especialista.

A adoção da média aritmética ponderada, considerando a escala *Likert*, se dá pelo fato de que o especialista de maior grau de experiência exerce maior influência na avaliação.

Determina-se a média aritmética ponderada somando-se todas as parcelas determinadas pelo produto de cada valor pelo seu peso e dividindo-se o total pela soma dos pesos, a fórmula é dada na EQ. 5.2.

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n e_i D_i}{\sum_{i=1}^n e_i} \quad \text{EQ. 5.2}$$

onde, e_i = estrato da parcela *defuzificada* i ;

D_i = valor *defuzificado* i .

De posse da FIG. 5.8 pode-se exemplificar uma unificação (U) mediante o estrato e o valor *defuzificado*.

$$U = \frac{(1*5 + 2*5 + 3*6,5 + 4*9 + 5*9,4)}{(1 + 2 + 3 + 4 + 5)} = 7,83$$

Para a conceituação a matriz do vetor de possibilidade, já abordada no capítulo 3 é o ponto principal para a conceituação do valor unificado. Segundo FERREIRA (1999), conceito significa a ação de formular uma idéia por meio de palavras, como também o pensamento, idéia ou opinião a cerca de algo.

A conceituação de cada indicador está relacionado ao termo lingüístico adotado na pesquisa.

A conceituação dá-se do seguinte modo:

- a. após a unificação da amostra estratificada deve-se arredondar o valor final sem nenhuma casa decimal;
- b. dirigir-se a coluna respectiva ao valor arredondado na matriz do vetor de possibilidades;
- c. verificar naquela coluna qual o maior valor do grau de pertinência na coluna do valor arredondado;

- d. dirigir-se pela linha do maior grau de pertinência anteriormente verificado até o termo lingüístico na coluna grau de importância.

Para melhor compreensão segue exemplo na FIG. 5.9.

GRAUS DE IMPORTÂNCIA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nenhuma Importância	1,00	0,88	0,45	0,19	0,07	0,05	0,00				
Pouca Importância	0,00	0,15	0,68	1,00	1,00	0,62	0,18	0,06	0,00		
Média Importância				0,00	0,14	0,54	1,00	0,83	0,17	0,00	
Muita Importância						0,00	0,03	0,31	1,00	0,94	0,00
Total Importância								0,00	0,02	0,21	1,00

FIG. 5.9 Matriz vetor de possibilidades

Desse modo, utilizando o vetor de possibilidades, tem-se a conceituação dos indicadores.

5.2.14 SELEÇÃO DE INDICADORES DE MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA?

Nesta etapa há a opção pelo órgão gestor de utilizar os indicadores mediante dois cenários: cenário 1 de muita e total importância descrito em 5.2.15 e cenário 2 de média, muita e total importância descrito em 5.2.16.

Os dois cenários tem o propósito do órgão gestor escolher qual a abrangência de indicadores deve-se utilizar mediante as suas necessidades e possibilidades.

5.2.15 INDICADORES CONCEITUADOS DE MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA

Nesta etapa são relacionados os indicadores de muita e total importância para gestão da qualidade pelo órgão gestor.

5.2.16 INDICADORES CONCEITUADOS DE MÉDIA, MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA

Nesta etapa são relacionados os indicadores de média, muita e total importância para gestão da qualidade pelo órgão gestor.

5.3 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O procedimento proposto visa selecionar indicadores levando em consideração a carência encontrada na literatura e as dificuldades encontradas em métodos tradicionais, como por exemplo, a participação dos passageiros na avaliação.

Para melhor compreensão das diversas etapas do método proposto serão apresentados no capítulo 6 três exemplos de aplicação.

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com a finalidade de mostrar a aplicabilidade do método proposto, foram desenvolvidos três exemplos práticos nesta dissertação.

As três regiões foram escolhidas propositadamente por possuírem características diferentes, como por exemplo, o clima e a classe social dos passageiros.

6.2 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Os três exemplos são práticos devido aos questionários terem sido aplicados em campo, tanto para os passageiros como para os especialistas, respeitando o mínimo sugerido por CURY (1999) e BRAGA *et al.* (1995).

No total foram entrevistadas 160 pessoas, sendo 51 da região A, 49 da região B, 42 da região C e 18 especialistas em transporte público urbano de passageiros por ônibus.

Das três regiões escolhidas A, B e C, a primeira encontra-se no nordeste, e as outras duas no sudeste. Maiores detalhes em relação as características destas regiões são dados na seção 6.2.8.

6.2.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ENTRADA

A definição das variáveis de entrada segue as TAB. 3.2, TAB. 3.3 e TAB. 3.4 para os atributos e indicadores, para as três regiões escolhidas.

6.2.2 PREPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 COM OS ATRIBUTOS

O questionário 1 foi preparado conforme o exposto dos APÊNDICES 1 ao 4.

6.2.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 AOS PASSAGEIROS

Nesta etapa foram identificados o grau de importância dos atributos e à frequência de utilização de cada passageiro das três regiões escolhidas.

6.2.4 COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS

Os valores relacionados a pesquisa feita com os passageiros das regiões A, B e C encontram-se do APÊNDICE 5 ao APÊNDICE 7, respectivamente.

6.2.5 DESENVOLVIMENTO DOS CONJUNTOS *FUZZY* EM UMA ESCALA DE 0 A 10 COMO TAMBÉM DAS INTEGRAIS *FUZZY*

Os conjuntos *fuzzy* e as integrais *fuzzy* para as regiões A, B e C encontram-se do APÊNDICE 8 ao APÊNDICE 10, respectivamente.

6.2.6 DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

A defuzificação em relação aos estratos da amostra pela frequência de utilização para as regiões A, B e C encontra-se do APÊNDICE 11 ao APÊNDICE 13, respectivamente.

6.2.7 UNIFICAÇÃO DA AMOSTRA E CONCEITUAÇÃO DOS ATRIBUTOS COM SEU TERMO LINGÜÍSTICO CONSIDERANDO OS PESOS EM RELAÇÃO A FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

A unificação da amostra considerando os pesos de frequência de utilização e a conceituação dos atributos com seu termo lingüístico para as regiões A, B e C encontra-se nas TAB. 6.1, TAB. 6.2 e TAB. 6.3 respectivamente.

TAB. 6.1 Região A unificação da amostra e conceito – Passageiros

Atributos	Valores Unificados	Conceituação
1 Disponibilidade	8,14	MI
2 Acessibilidade	7,95	MI
3 Informação	7,40	Mdl
4 Rapidez	7,36	Mdl
5 Tratamento	7,34	Mdl
6 Conforto	7,94	MI
7 Confiabilidade	8,20	MI
8 Segurança	7,49	Mdl
9 Impacto Ambiental	7,40	Mdl
10 Modicidade	7,48	Mdl

TAB. 6.2 Região B unificação da amostra e conceito – Passageiros

Atributos	Valores Unificados	Conceituação
1 Disponibilidade	7,73	MI
2 Acessibilidade	7,00	Mdl
3 Informação	6,93	Mdl
4 Rapidez	8,46	MI
5 Tratamento	7,28	Mdl
6 Conforto	8,14	MI
7 Confiabilidade	8,86	MI
8 Segurança	8,89	MI
9 Impacto Ambiental	8,62	MI
10 Modicidade	8,38	MI

TAB. 6.3 Região C unificação da amostra e conceito – Passageiros

Atributos	Valores Unificados	Conceituação
1 Disponibilidade	8,47	MI
2 Acessibilidade	4,31	PI
3 Informação	3,74	PI
4 Rapidez	9,03	MI
5 Tratamento	4,72	PI
6 Conforto	7,18	Mdl
7 Confiabilidade	8,83	MI
8 Segurança	9,74	TI
9 Impacto Ambiental	8,33	MI
10 Modicidade	9,97	TI

6.2.8 PREPARAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS COM O TERMO LINGÜÍSTICO DA ETAPA ANTERIOR E A CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO EM ESTUDO

O questionário 2 apresentado dos APÊNDICES 14 ao 21 foi preparado com o conceito, ou seja, o termo lingüístico relacionado a cada atributo (TAB. 6.1, TAB. 6.2 e TAB. 6.3) e as características das regiões a seguir:

- a **região A** localiza-se no nordeste do Brasil, com clima tropical, com temperatura em média de 36° C, com vento de Nordeste em média a 14 km/h e com umidade em torno de 45%. Destinada a atividade de ensino, moderadamente povoada, com população residente da classe média e

- população não residente das classes média e baixa. O perfil dos clientes do transporte público urbano dessa região é predominantemente da classe média;
- a **região B** localiza-se no sudeste do Brasil, com clima tropical, temperatura em média de 29° C, vento de Sul a Sudeste a 19 km/h e umidade do ar em torno de 72%. Destinada a atividades de serviços, densamente povoada, com população residente das classes variando de média a alta e população não residente das classes média a alta. O perfil dos clientes do transporte público urbano dessa região é predominantemente das classes média e alta;
 - a **região C** localiza-se no sudeste do Brasil, com clima tropical, com temperatura em média de 29° C, vento de Sul a Sudeste a 19 km/h e umidade em torno de 72%. Destinada a atividades de serviços, densamente povoada, com população residente da classe média e população não residente da classe baixa. O perfil dos clientes do transporte público urbano dessa região é predominantemente da classe baixa.

6.2.9 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 AOS ESPECIALISTAS

Nesta etapa foram identificados o grau de importância dos indicadores para cada uma das três regiões selecionadas e o grau de experiência de cada especialista.

6.2.10 COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS

Na coleta de dados do APÊNDICE 22 ao APÊNDICE 24 é apresentado os valores relacionados ao grau de importância dos indicadores para cada uma das três regiões selecionadas e o grau de experiência dos especialistas.

6.2.11 DESENVOLVIMENTO DOS CONJUNTOS *FUZZY* EM UMA ESCALA DE 0 A 10 COMO TAMBÉM DAS INTEGRAIS *FUZZY*

O desenvolvimento dos conjuntos *fuzzy*, relacionados aos especialistas, em uma escala de 0 a 10 como também das integrais *fuzzy* encontram-se no APÊNDICE 25 para cada uma das três regiões selecionadas.

6.2.12 *DEFUZIFICAÇÃO* EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS

A *defuzificação* em relação aos estratos da amostra pelo grau de experiência dos especialistas para as regiões A, B e C encontram-se do APÊNDICE 26 ao APÊNDICE 28, respectivamente.

6.2.13 UNIFICAÇÃO DA AMOSTRA E CONCEITUAÇÃO DOS INDICADORES COM SEU TERMO LINGÜÍSTICO CONSIDERANDO OS PESOS EM RELAÇÃO AO GRAU DE EXPERIÊNCIA

A unificação da amostra considerando o grau de experiência e a conceituação do indicador com seu termo lingüístico para as regiões A, B e C selecionadas encontram-se nas TAB. 6.4, TAB. 6.5 e TAB. 6.6.

TAB. 6.4 Região A unificação da amostra e conceito – Especialistas

Atributos / Indicadores	Valores Unificados	Conceito
1 Disponibilidade		
1.1 Índice de regularidade	7,84	MI
1.2 Índice de supressão de horários	5,95	Mdl
1.3 Fator de cumprimento da frota	5,95	Mdl
2 Acessibilidade		
2.1 Distância média de caminhada	7,63	MI
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	4,07	PI
3 Informação		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	6,93	Mdl
4 Rapidez		
4.1 Tempo total de viagem	8,25	MI
4.2 Velocidade média comercial	6,05	Mdl
4.3 Velocidade média operacional	6,62	Mdl
5 Tratamento		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,75	MI
5.2 Índice de reclamações	6,31	Mdl
6 Conforto		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,20	MI
6.2 Densidade no interior do veículo	7,33	Mdl
6.3 Disponibilidade de assentos	8,25	MI
6.4 Freqüência de acelerações anormais	4,90	PI
6.5 Taxa média de ocupação	7,07	Mdl
6.6 Conforto térmico	8,25	MI
6.7 Ventilação nos veículos	9,24	MI
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	6,67	Mdl
6.9 Área disponível no ponto de embarque /desembarque	5,94	Mdl
6.10 Índice de direitura da rota	5,01	PI
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,17	Mdl
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,67	Mdl
6.13 Índice de conforto	6,93	Mdl
7 Confiabilidade		
7.1 Intervalo médio	7,37	Mdl
7.2 Índice de pontualidade	8,05	MI
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	6,14	Mdl
7.4 Freqüência de panes	7,32	Mdl
8 Segurança		
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	8,61	MI
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	6,70	Mdl
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	8,75	MI
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	6,76	Mdl
8.5 Índice de idade média da frota	6,67	Mdl
8.6 Fator de utilização de funcionários	4,02	PI
8.7 Índice de utilização do veículo	3,91	PI
9 Impacto Ambiental		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	5,80	Mdl
10 Modicidade		
10.1 Índice de desembolso com transporte	7,89	MI
10.2 Índice de tarifa social	5,65	Mdl

TAB. 6.5 Região B unificação da amostra e conceito – Especialistas

Atributos / Indicadores	Valores Unificados	Conceito
1 Disponibilidade		
1.1 Índice de regularidade	8,15	MI
1.2 Índice de supressão de horários	6,68	Mdl
1.3 Fator de cumprimento da frota	6,14	Mdl
2 Acessibilidade		
2.1 Distância média de caminhada	7,70	MI
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	6,19	Mdl
3 Informação		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	6,55	Mdl
4 Rapidez		
4.1 Tempo total de viagem	8,63	MI
4.2 Velocidade média comercial	7,14	Mdl
4.3 Velocidade média operacional	7,40	Mdl
5 Tratamento		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,81	MI
5.2 Índice de reclamações	7,82	MI
6 Conforto		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,93	MI
6.2 Densidade no interior do veículo	8,31	MI
6.3 Disponibilidade de assentos	8,72	MI
6.4 Freqüência de acelerações anormais	5,46	PI
6.5 Taxa média de ocupação	7,17	Mdl
6.6 Conforto térmico	8,43	MI
6.7 Ventilação nos veículos	9,10	MI
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	7,86	MI
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	7,59	MI
6.10 Índice de direitura da rota	5,76	Mdl
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,69	MI
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,77	Mdl
6.13 Índice de conforto	8,06	MI
7 Confiabilidade		
7.1 Intervalo médio	7,20	Mdl
7.2 Índice de pontualidade	8,64	MI
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	7,71	MI
7.4 Freqüência de panes	7,38	Mdl
8 Segurança		
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	9,12	MI
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	8,03	MI
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	9,16	MI
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	7,78	MI
8.5 Índice de idade média da frota	7,28	Mdl
8.6 Fator de utilização de funcionários	5,51	Mdl
8.7 Índice de utilização do veículo	5,47	PI
9 Impacto Ambiental		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	7,69	MI
10 Modicidade		
10.1 Índice de desembolso com transporte	6,72	Mdl
10.2 Índice de tarifa social	5,50	Mdl

TAB. 6.6 Região C unificação da amostra e conceito – Especialistas

Atributos / Indicadores	Valores Unificados	Conceito
1 Disponibilidade		
1.1 Índice de regularidade	6,96	Mdl
1.2 Índice de supressão de horários	7,82	MI
1.3 Fator de cumprimento da frota	6,14	Mdl
2 Acessibilidade		
2.1 Distância média de caminhada	6,92	Mdl
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	5,11	PI
3 Informação		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	5,36	PI
4 Rapidez		
4.1 Tempo total de viagem	7,87	MI
4.2 Velocidade média comercial	6,69	Mdl
4.3 Velocidade média operacional	6,95	Mdl
5 Tratamento		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,19	Mdl
5.2 Índice de reclamações	7,28	Mdl
6 Conforto		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,34	MI
6.2 Densidade no interior do veículo	7,40	Mdl
6.3 Disponibilidade de assentos	8,02	MI
6.4 Freqüência de acelerações anormais	5,13	PI
6.5 Taxa média de ocupação	7,37	Mdl
6.6 Conforto térmico	8,56	MI
6.7 Ventilação nos veículos	9,01	MI
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	7,06	Mdl
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	6,65	Mdl
6.10 Índice de direitura da rota	5,25	PI
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,30	Mdl
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,22	Mdl
6.13 Índice de conforto	7,11	Mdl
7 Confiabilidade		
7.1 Intervalo médio	6,31	Mdl
7.2 Índice de pontualidade	8,07	MI
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	6,64	Mdl
7.4 Freqüência de panes	7,08	Mdl
8 Segurança		
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	8,61	MI
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	7,47	Mdl
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	8,63	MI
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	7,14	Mdl
8.5 Índice de idade média da frota	6,91	Mdl
8.6 Fator de utilização de funcionários	4,94	PI
8.7 Índice de utilização do veículo	5,07	PI
9 Impacto Ambiental		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	5,40	PI
10 Modicidade		
10.1 Índice de desembolso com transporte	9,64	TI
10.2 Índice de tarifa social	8,10	MI

6.2.14 SELEÇÃO DE INDICADORES DE MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA?

Nesta etapa, há a possibilidade do órgão gestor utilizar para a gestão da qualidade os indicadores de muita e total importância – cenário 1, caso contrário os de média, muita e total importância – cenário 2.

O indicadores selecionados para os três exemplos práticos encontram-se na subseção 6.2.15 para o cenário 1 e na subseção 6.2.16 para o cenário 2.

6.2.15 INDICADORES CONCEITUADOS DE MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA

Para a região A foram selecionados 12 indicadores pelo cenário 1, conforme a TAB. 6.7.

TAB. 6.7 Indicadores selecionados para a região A – Cenário 1

Indicadores – Cenário 1
1.1 Índice de regularidade
2.1 Distância média de caminhada
4.1 Tempo total de viagem
5.1 Índice de satisfação dos clientes
6.1 Área disponível por passageiros
6.3 Disponibilidade de assentos
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
7.2 Índice de pontualidade
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
10.1 Índice de desembolso com transporte

Para a região B foram selecionados 21 indicadores pelo cenário 1. A TAB. 6.8 apresenta os indicadores relacionados para a região B.

TAB. 6.8 Indicadores selecionados para a região B – Cenário 1

Indicadores – Cenário 1
1.1 Índice de regularidade
2.1 Distância média de caminhada
4.1 Tempo total de viagem
5.1 Índice de satisfação dos clientes
5.2 Índice de reclamações
6.1 Área disponível por passageiros
6.2 Densidade no interior do veículo
6.3 Disponibilidade de assentos
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
6.8 Nível de ruído no interior do veículo
6.9 Área disponível no ponto de embarque
6.11 Índices de pontos com abrigo
6.13 Índice de conforto
7.2 Índice de pontualidade
7.3 Tempo médio de espera no ponto de
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.2 Frequência de acidentes com terceiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros
9.1 Índice de poluição ambiental provocada

Para a região C foram selecionados 11 indicadores pelo cenário 1. A TAB. 6.9 apresenta os indicadores relacionados para a região C.

TAB. 6.9 Indicadores selecionados para a região C – Cenário 1

Indicadores – Cenário 1
1.2 Índice de supressão de horários
4.1 Tempo total de viagem
6.1 Área disponível por passageiros
6.3 Disponibilidade de assentos
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
7.2 Índice de pontualidade
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
10.1 Índice de desembolso com transporte
10.2 Índice de tarifa social

6.2.16 INDICADORES CONCEITUADOS DE MÉDIA, MUITA E TOTAL IMPORTÂNCIA

Para a região A foram selecionados 33 indicadores pelo cenário 2. A TAB. 6.10 apresenta os indicadores relacionados para a região A.

TAB. 6.10 Indicadores selecionados para a região A – Cenário 2

Indicadores – Cenário 1
1.1 Índice de regularidade
1.2 Índice de supressão de horários
1.3 Fator de comprimento da frota
2.1 Distância média de caminhada
3.1 Índice de passageiros por funcionários
4.1 Tempo total de viagem
4.2 Velocidade média comercial
4.3 Velocidade média operacional
5.1 Índice de satisfação dos clientes
5.2 Índice de reclamações
6.1 Área disponível por passageiros
6.2 Densidade no interior do veículo
6.3 Disponibilidade de assentos
6.5 Taxa média de ocupação
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
6.8 Nível de ruído no interior do veículo
6.9 Área disponível no ponto de embarque
6.11 Índices de pontos com abrigo
6.12 Facilidade de embarque / desembarque
6.13 Índice de conforto
7.1 Intervalo médio
7.2 Índice de pontualidade
7.3 Tempo médio de espera no ponto de
7.4 Freqüência de panes
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros
8.5 Índice de idade média da frota
9.1 Índice de poluição ambiental provocada
10.1 Índice de desembolso com transporte
10.2 Índice de tarifa social

Para a região B foram selecionados 36 indicadores pelo cenário 2. A TAB. 6.11 apresenta os indicadores relacionados para a região B.

TAB. 6.11 Indicadores selecionados para a região B – Cenário 2

Indicadores – Cenário 1
1.1 Índice de regularidade
1.2 Índice de supressão de horários
1.4 Fator de cumprimento da frota
2.1 Distância média de caminhada
2.2 Índice de passageiros por quilômetro
3.1 Índice de passageiros por funcionários
4.1 Tempo total de viagem
4.2 Velocidade média comercial
4.3 Velocidade média operacional
5.1 Índice de satisfação dos clientes
5.2 Índice de reclamações
6.1 Área disponível por passageiros
6.2 Densidade no interior do veículo
6.3 Disponibilidade de assentos
6.5 Taxa média de ocupação
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
6.8 Nível de ruído no interior do veículo
6.9 Área disponível no ponto de embarque
6.9 Área disponível no ponto de embarque
6.11 Índices de pontos com abrigo
6.12 Facilidade de embarque / desembarque
6.13 Índice de conforto
7.1 Intervalo médio
7.2 Índice de pontualidade
7.3 Tempo médio de espera no ponto de
7.4 Frequência de panes
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.2 Frequência de acidentes com terceiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros
8.5 Índice de idade média da frota
8.6 Fator de utilização de funcionários
9.1 Índice de poluição ambiental provocada
10.1 Índice de desembolso com transporte
10.2 Índice de tarifa social

Para a região C foram selecionados 31 indicadores pelo cenário 2. A TAB. 6.12 apresenta os indicadores relacionados para a região C.

TAB. 6.12 Indicadores selecionados para a região C – Cenário 2

Indicadores – Cenário 1
1.1 Índice de regularidade
1.2 Índice de supressão de horários
1.3 Fator de cumprimento da frota
2.1 Distância média de caminhada
4.1 Tempo total de viagem
4.2 Velocidade média comercial
4.3 Velocidade média operacional
5.1 Índice de satisfação dos clientes
5.2 Índice de reclamações
6.1 Área disponível por passageiros
6.2 Densidade no interior do veículo
6.3 Disponibilidade de assentos
6.5 Taxa média de ocupação
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
6.8 Nível de ruído no interior do veículo
6.9 Área disponível no ponto de embarque
6.11 Índices de pontos com abrigo
6.12 Facilidade de embarque / desembarque
6.13 Índice de conforto
7.1 Intervalo médio
7.2 Índice de pontualidade
7.3 Tempo médio de espera no ponto de
7.4 Frequência de panes
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.2 Frequência de acidentes com terceiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros
8.5 Índice de idade média da frota
10.1 Índice de desembolso com transporte
10.2 Índice de tarifa social

6.3 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Os três exemplos práticos possibilitaram perceber a diferença no número de indicadores sugeridos pelos especialistas ao órgão gestor responsável pelo gerenciamento nas regiões abordadas.

Muito embora as três regiões tenham características diferentes, pôde-se perceber a unanimidade na importância de 8 (oito) indicadores conforme apresentado na TAB. 6.13. Esses indicadores foram considerados essenciais para as três regiões. O critério adotado para a unanimidade foi a interseção entre os indicadores das TAB. 6.7, TAB. 6.8 e TAB. 6.9 por serem do cenário 1, indicadores de muita e total importância.

TAB. 6.13 Indicadores unânimes para as três regiões

Indicadores
4.1 Tempo total de viagem
6.1 Área disponível por passageiros
6.3 Disponibilidade de assentos
6.6 Conforto térmico
6.7 Ventilação nos veículos
7.2 Índice de pontualidade
8.1 Frequência de acidentes com passageiros
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros

Além de identificar os indicadores unânimes, pôde-se perceber que para as regiões A e C os especialistas selecionaram, em sua grande maioria, os mesmos indicadores, uma das possíveis causas para tal fato é a semelhança entre os passageiros no que diz respeito a classe social e ao grau de importância atribuído a cada atributo avaliado no questionário 1 e posteriormente utilizado no questionário 2.

A região B, em ambos os cenários, 1 e 2, obteve o número de indicadores selecionados maior que as outras regiões estudadas, A e B, possivelmente a explicação está também relacionada a classe social dos passageiros dessa região, visto que os mesmos podem pagar por um serviço diferenciado tal como usufruir de ar condicionado, poltronas mais confortáveis, etc, o que pode ter influenciado a amostra de especialistas entrevistados.

Com o emprego do método foi possível hierarquizar tanto os atributos quanto os indicadores avaliados pelos passageiros e especialistas, respectivamente, com a utilização da lógica *fuzzy*. Das TAB. 6.14 a TAB. 6.20 e das FIG. 6.1 a FIG. 6.6 são apresentados respectivos valores e gráficos para as regiões A, B e C.

TAB. 6.14 Hierarquia dos atributos avaliados – Região A

Atributos	Valores Unificados
7 Confiabilidade	8,20
1 Disponibilidade	8,14
2 Acessibilidade	7,95
6 Conforto	7,94
8 Segurança	7,49
10 Modicidade	7,48
9 Impacto Ambiental	7,40
3 Informação	7,40
4 Rapidez	7,36
5 Tratamento	7,34

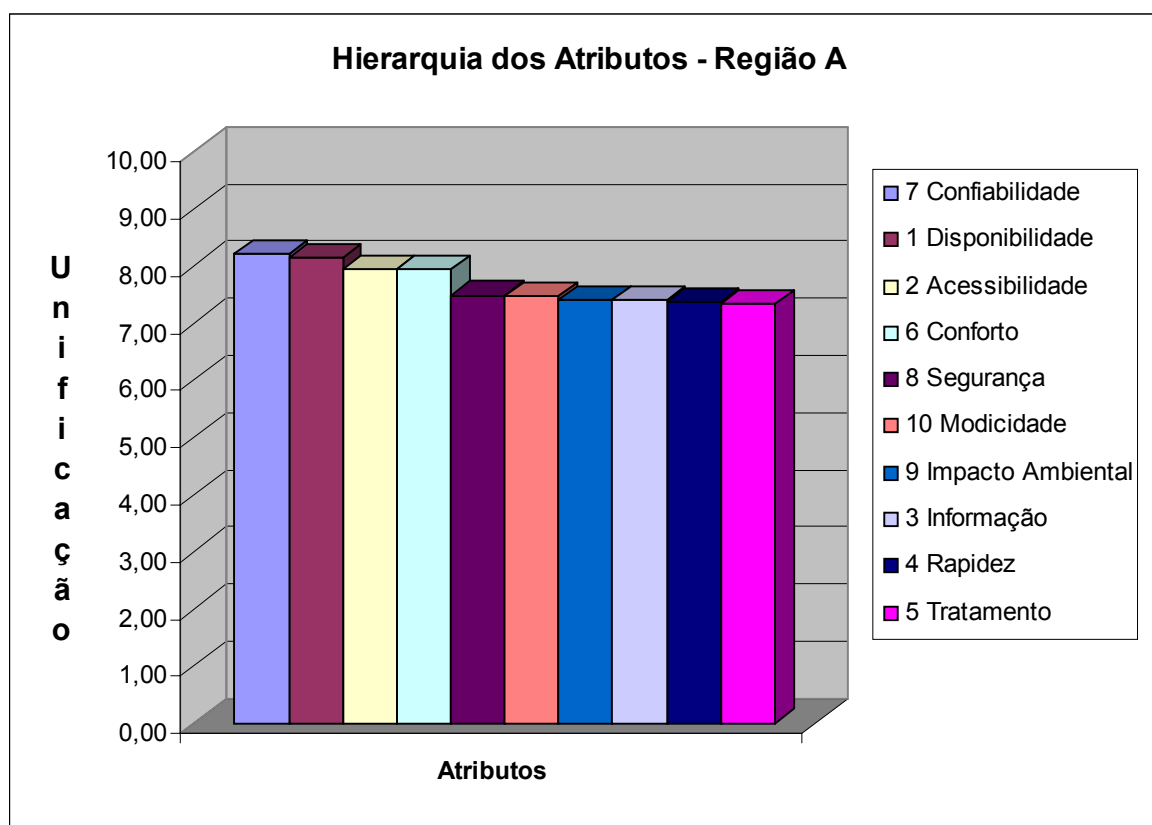


FIG. 6.1 Hierarquia *fuzzy* para os atributos – Região A

TAB. 6.15 Hierarquia dos atributos avaliados – Região B

Atributos	Valores Unificados
8 Segurança	8,89
7 Confiabilidade	8,86
9 Impacto Ambiental	8,62
4 Rapidez	8,46
10 Modicidade	8,38
6 Conforto	8,14
1 Disponibilidade	7,73
5 Tratamento	7,28
2 Acessibilidade	7,00
3 Informação	6,93

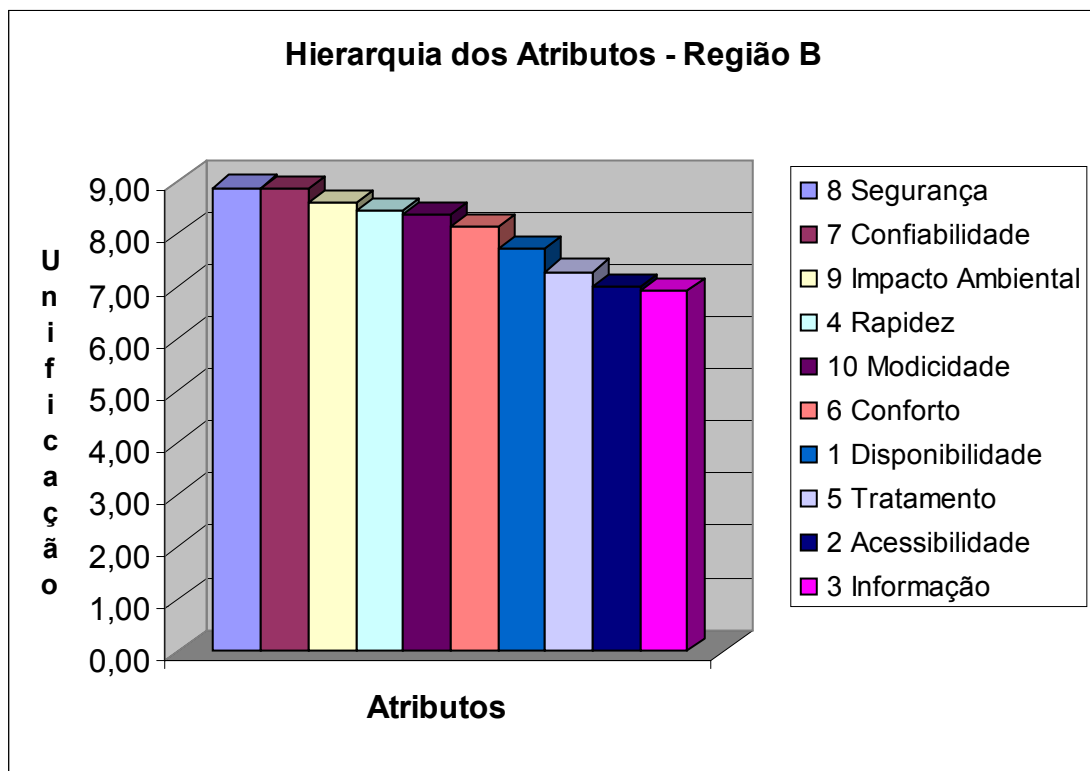


FIG. 6.2 Hierarquia *fuzzy* para os atributos – Região B

TAB. 6.16 Hierarquia dos atributos avaliados – Região C

Atributos	Valores Unificados
10 Modicidade	9,97
8 Segurança	9,74
4 Rapidez	9,03
7 Confiabilidade	8,83
1 Disponibilidade	8,47
9 Impacto Ambiental	8,33
6 Conforto	7,18
5 Tratamento	4,72
2 Acessibilidade	4,31
3 Informação	3,74

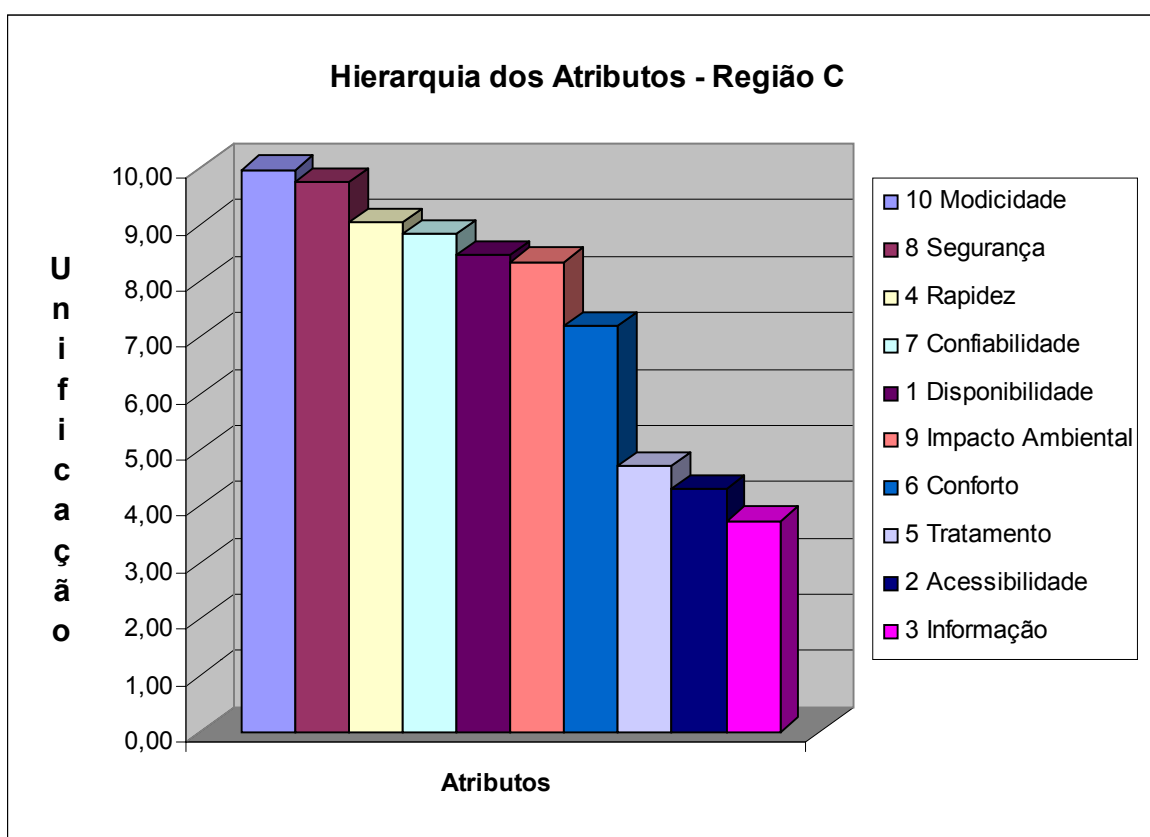


FIG. 6.3 Hierarquia *fuzzy* para os atributos – Região C

TAB. 6.17 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região A

Indicadores	Valores Unificados
6.7 Ventilação nos veículos	9,24
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	8,75
8.1 Frequência de acidentes com passageiros	8,61
4.1 Tempo total de viagem	8,25
6.3 Disponibilidade de assentos	8,25
6.6 Conforto térmico	8,25
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,20
7.2 Índice de pontualidade	8,05
10.1 Índice de desembolso com transporte	7,89
1.1 Índice de regularidade	7,84
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,75
2.1 Distância média de caminhada	7,63
7.1 Intervalo médio	7,37
6.2 Densidade no interior do veículo	7,33
7.4 Frequência de panes	7,32
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,17
6.5 Taxa média de ocupação	7,07
3.1 Índice de passageiros por funcionários	6,93
6.13 Índice de conforto	6,93
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	6,76
8.2 Frequência de acidentes com terceiros	6,70
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	6,67
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,67
8.5 Índice de idade média da frota	6,67
4.3 Velocidade média operacional	6,62
5.2 Índice de reclamações	6,31
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	6,14
4.2 Velocidade média comercial	6,05
1.2 Índice de supressão de horários	5,95
1.3 Fator de cumprimento da frota	5,95
6.9 Área disponível no ponto de embarque /desembarque	5,94
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	5,80
10.2 Índice de tarifa social	5,65
6.10 Índice de direitura da rota	5,01
6.4 Frequência de acelerações anormais	4,90
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	4,07
8.6 Fator de utilização de funcionários	4,02
8.7 Índice de utilização do veículo	3,91

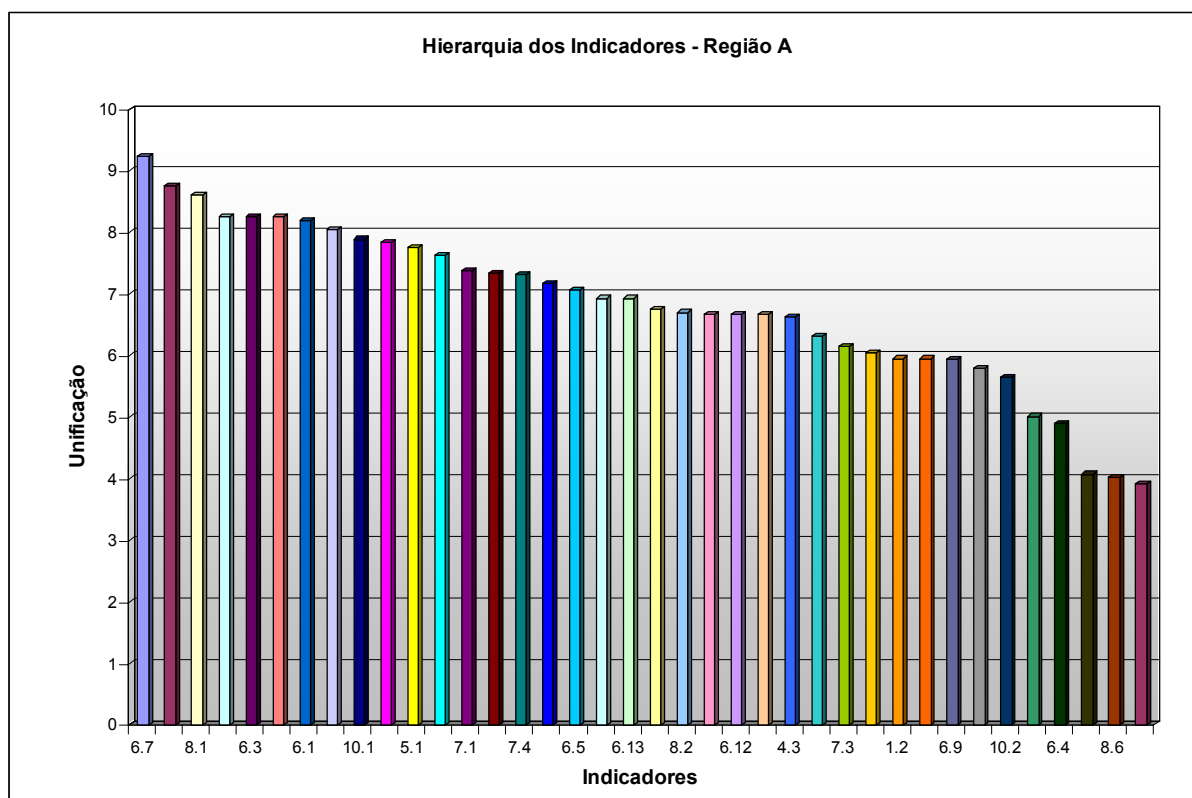


FIG. 6.4 Hierarquia fuzzy para os indicadores – Região A

TAB. 6.18 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região B – Parte 1

Indicadores	Valores Unificados
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	9,16
8.1 Frequência de acidentes com passageiros	9,12
6.7 Ventilação nos veículos	9,10
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,93
6.3 Disponibilidade de assentos	8,72
7.2 Índice de pontualidade	8,64
4.1 Tempo total de viagem	8,63
6.6 Conforto térmico	8,43
6.2 Densidade no interior do veículo	8,31
1.1 Índice de regularidade	8,15
6.13 Índice de conforto	8,06
8.2 Frequência de acidentes com terceiros	8,03
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	7,86
5.2 Índice de reclamações	7,82
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,81
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	7,78
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	7,71
2.1 Distância média de caminhada	7,70
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,69
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	7,69

TAB. 6.19 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região B – Parte 2

6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	7,59
4.3 Velocidade média operacional	7,4
7.4 Freqüência de panes	7,38
8.5 Índice de idade média da frota	7,28
7.1 Intervalo médio	7,20
6.5 Taxa média de ocupação	7,17
4.2 Velocidade média comercial	7,14
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,77
10.1 Índice de desembolso com transporte	6,72
1.2 Índice de supressão de horários	6,68
3.1 Índice de passageiros por funcionários	6,55
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	6,19
1.3 Fator de comprimento da frota	6,14
6.10 Índice de direitura da rota	5,76
8.6 Fator de utilização de funcionários	5,51
10.2 Índice de tarifa social	5,50
8.7 Índice de utilização do veículo	5,47
6.4 Freqüência de acelerações anormais	5,46

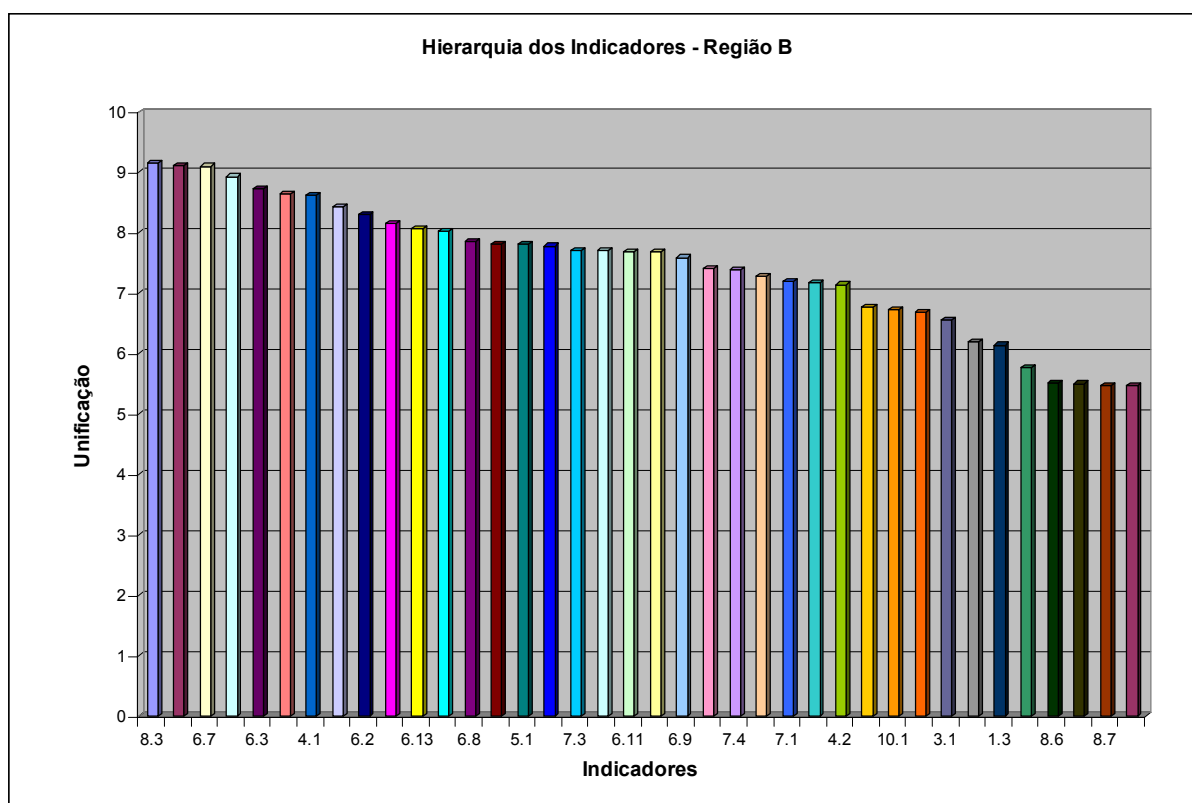


FIG. 6.5 Hierarquia fuzzy para os indicadores – Região B

TAB. 6.20 Hierarquia dos indicadores avaliados – Região C

Indicadores	Valores Unificados
10.1 Índice de desembolso com transporte	9,64
6.7 Ventilação nos veículos	9,01
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	8,63
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	8,61
6.6 Conforto térmico	8,56
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	8,34
10.2 Índice de tarifa social	8,10
7.2 Índice de pontualidade	8,07
6.3 Disponibilidade de assentos	8,02
4.1 Tempo total de viagem	7,87
1.2 Índice de supressão de horários	7,82
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	7,47
6.2 Densidade no interior do veículo	7,40
6.5 Taxa média de ocupação	7,37
6.11 Índices de pontos com abrigo	7,30
5.2 Índice de reclamações	7,28
5.1 Índice de satisfação dos clientes	7,19
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	7,14
6.13 Índice de conforto	7,11
7.4 Freqüência de panes	7,08
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	7,06
1.1 Índice de regularidade	6,96
4.3 Velocidade média operacional	6,95
2.1 Distância média de caminhada	6,92
8.5 Índice de idade média da frota	6,91
4.2 Velocidade média comercial	6,69
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	6,65
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	6,64
7.1 Intervalo médio	6,31
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	6,22
1.3 Fator de cumprimento da frota	6,14
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	5,40
3.1 Índice de passageiros por funcionários	5,36
6.10 Índice de direitura da rota	5,25
6.4 Freqüência de acelerações anormais	5,13
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	5,11
8.7 Índice de utilização do veículo	5,07
8.6 Fator de utilização de funcionários	4,94

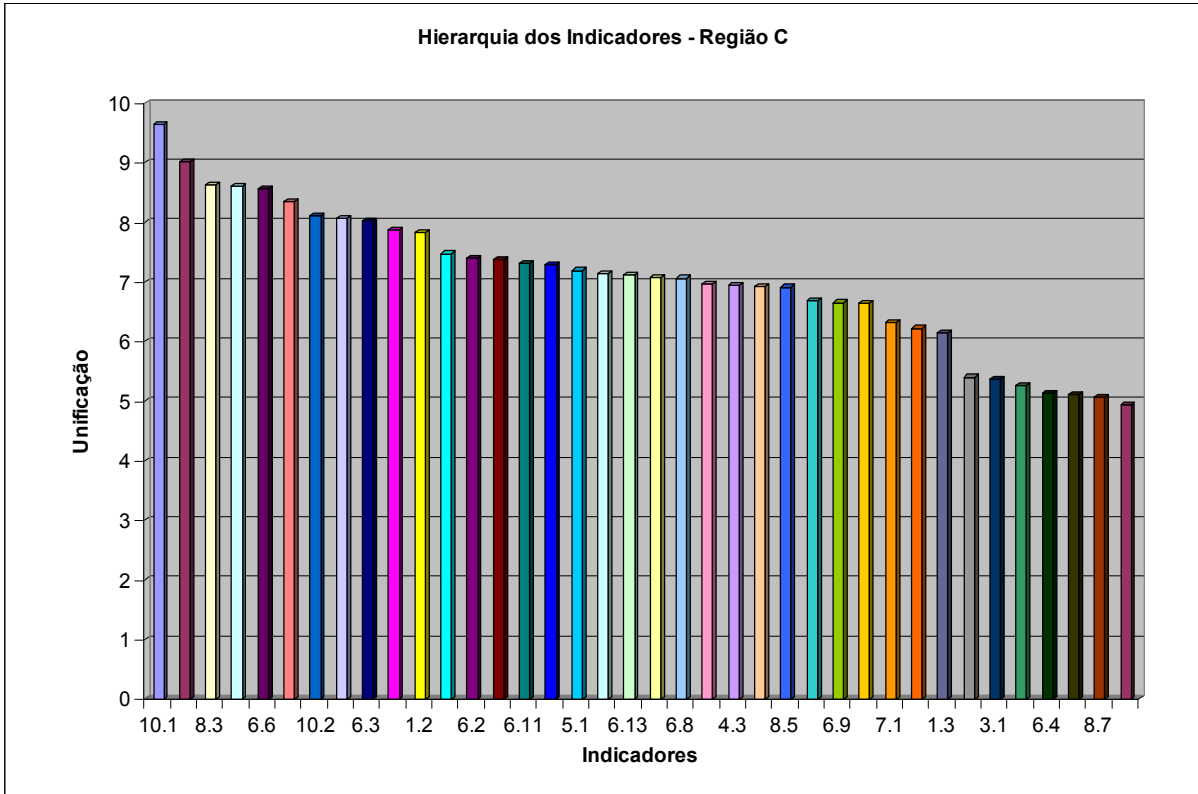


FIG. 6.6 Hierarquia *fuzzy* para os indicadores – Região C

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

O estímulo para desenvolvimento deste trabalho foi a possibilidade de contribuir com um método que dispusesse de uma ferramenta (lógica *fuzzy*) para tratamento dos dados qualitativos de modo flexível, utilizando termos lingüísticos para interpretação dos valores numéricos (valores *defuzificados*) obtidos, além de tratar os dados com auxílio de planilhas eletrônicas pela simplicidade e dessa maneira auxiliar ao órgão gestor de transporte público urbano de passageiros – ônibus.

Os pontos de destaque abordados nesta dissertação foram:

- a apresentação das forças e fraquezas de alguns pesquisadores da qualidade;
- a apresentação da evolução e a importância da qualidade como fator de melhoria;
- a possibilidade de implementar técnica de inteligência artificial (lógica *fuzzy*) como ferramenta para a seleção de indicadores;
- a possibilidade de implementar técnica de inteligência artificial (lógica *fuzzy*) em planilha eletrônica;
- a apresentação de um método para seleção de indicadores da qualidade;
- a aplicação do método proposto em três exemplos práticos demonstrando a utilidade e consistência do método.

Os pesquisadores da qualidade abordados nesta dissertação, apesar das diferenças de enfoque nas definições sobre qualidade têm um ponto em comum, a atividade empresarial para melhorar a produtividade faz-se necessário melhorar a qualidade da mesma.

O setor de transporte público urbano de passageiros desde a década de 90, preocupado com o seu desempenho, vem tentando melhorar a qualidade dos seus serviços no intuito de tornar o setor mais competitivo.

A evolução da administração, desde os seus primórdios com a produção artesanal, demonstrou a preocupação com aspectos relacionados à qualidade favorecendo a evolução empresarial e à gestão da qualidade.

O emprego da teoria dos conjuntos *fuzzy* é aconselhado em função de suas características, ela apresenta uma maneira formal de tratar dados qualitativos, possibilitando representar problemas de difícil modelagem pela matemática clássica ou de grande subjetividade.

Tendo em vista as características e as expectativas dos passageiros, os órgãos gestores necessitam de um método que possibilite tratar conceitos subjetivos comuns à linguagem natural, sendo assim a lógica *fuzzy* possibilita tratar variáveis qualitativas.

A flexibilidade do método permite a fácil adaptação para a seleção de indicadores em diferentes regiões com suas diferentes peculiaridades por meio do conhecimento dos passageiros e dos especialistas.

Mediante o método proposto pôde-se perceber que o número de indicadores avaliados para cada uma das regiões em estudo foram diferentes tanto no cenário 1 como no cenário 2. A TAB. 7.1 apresenta o número de indicadores para as respectivas regiões.

TAB. 7.1 Número de indicadores para as três regiões

Regiões	Cenário 1	Cenário 2
A	12	33
B	21	36
C	11	31

Além de identificar os indicadores para cada uma das regiões, foi possível verificar quais indicadores foram unânimes na escolha pelos especialistas em relação aos cenário 1, por ser o cenário que enfatiza o termos de muito e de total importância, ou seja, os de maiores graus de importância, são eles:

1. tempo total de viagem;
2. área disponível por passageiros;
3. disponibilidade de assentos;
4. conforto térmico;

5. ventilação nos veículos;
6. índice de pontualidade;
7. frequência de acidentes com passageiros;
8. índice de gravidade de acidentes com passageiros.

A flexibilidade do emprego da lógica *fuzzy* além de permitir conceituar tanto os atributos como os indicadores com termos lingüístico, de expressar matematicamente os termos lingüísticos utilizados nesta pesquisa, permitiu também hierarquizar tanto os atributos quanto os indicadores.

Desse modo enfatiza-se a grande contribuição do trabalho em adaptar uma ferramenta da inteligência artificial na seleção de indicadores para a gestão da qualidade em transporte público urbano de passageiros – ônibus, já que esta ferramenta vem sendo largamente empregada no campo da automação industrial, em eletrônica e em sistemas de controle.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Com vistas ao desenvolvimento de trabalhos futuros, natureza inerente da pesquisa científica, para a continuidade ao presente, recomendam-se:

- o desenvolvimento de mais indicadores relacionados aos atributos, já definidos nesta dissertação, impactos ambientais, informações e tratamento, para o transporte público urbano de passageiros – ônibus;
- a verificação da influência das necessidades dos passageiros na avaliação do grau de importância dos indicadores;
- a aplicação do método proposto em regiões de características diferentes às abordadas nesta dissertação;
- a verificação da possibilidade de implementação de redes neurais e / ou algoritmos genéticos ao método proposto;
- desenvolver o planejamento e controle da gestão da qualidade por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG), implementando em banco de dados georeferenciado quais indicadores são utilizados por região pesquisada do setor

de transporte público urbano de passageiros, para verificação da evolução e previsão das possíveis necessidades dos passageiros do referido setor;

- desenvolver estudos referentes aos custos do órgão gestor associados a cada indicador para gestão da qualidade do transporte público urbano de passageiros – ônibus;
- o desenvolvimento de um programa computacional com o emprego do método proposto;
- a verificação da possibilidade de implementar ao método proposto técnicas de entrevista tal como preferência declarada, etc.;
- e finalmente recomenda-se empregar a teoria dos conjuntos *fuzzy* em outros pontos relacionados a gestão da qualidade em transporte público urbano de passageiros, como por exemplo o desenvolvimento de indicadores da qualidade que utilizem números *fuzzy*, como também em outras áreas da engenharia de transportes, devido a flexibilidade e o crescente investimento em pesquisas voltadas ao emprego da lógica *fuzzy*.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000 – sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001 – sistemas de gestão da qualidade – requisitos**. Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9004 – sistemas de gestão da qualidade – diretrizes para melhorias de desempenho**. Rio de Janeiro, 2000.
- AGUIAR, E. M., **Análise crítica dos indicadores de eficiência e eficácia propostos para avaliação de sistemas de transporte público urbano**, São Paulo: Universidade de São Paulo-USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Tese de Doutorado, 1985.
- ALBRETCH, K., BRADFORD, L. J., LAWRENCE, J., **The Service advantage how to identify and fulfill customer needs**, Home-wood, Dow Jones-Irwin, 1990.
- ALVES, N. A., **Utilização da ferramenta “boas práticas de fabricação (BPF) na produção de alimentos para cães e gatos**, Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.], 2003.
- ANHOLON, R., **Proposta para Implantação de sistema de gestão da qualidade em micro e pequenas empresas**, Dissertação de Mestrado, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2003.
- ANTP, **Referenciais comparativos de gestão do transporte urbano – manual orientativo**, 3ª edição, agosto de 2000.
- ARBEX, R. T., **Controle fuzzy: circuito e aplicações**, Revista Instec, junho de 1994.
- BARRETO, J. R. F., **Indicadores da função transporte para empresas de utility: um estudo de caso**, Dissertação de mestrado, UFSC, Pós-graduação em Engenharia de Produção, abril de 1999.
- BARRY, L. L., PARASURAMAN, A., **Marketing services: competing through quality**, Free Press, 1991.
- BOTZOW, H., **Level of service concept of evaluating public transport**. Washington, D. C: Transportation Research Record, nº 519, 1974.

- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J., HELFERICH, O. K., **Logistical management: a systems integration of physical distribution, manufacture support and materials procurement**, 3ª edição, New York, Macmillan, 1986.
- BRAGA, M. J., BARRETO, J. M., MACHADO, M. A. S., **Conceitos de matemática nebulosa na análise de riscos**. Rio de Janeiro: Artes & Rabiskus, 1995.
- BRANCO, A. M., **Transporte urbano no Brasil**, São Paulo, 1981.
- CAMPOS, V. F., **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**, Editora de Desenvolvimento Gerencial, Minas Gerais, 1992.
- COSENZA, C. A. N., **Localização industrial: delineamento de uma metodologia para a hierarquização das potencialidades regionais**, COPPE/UFRJ, 1998.
- COSTA, M., B. B., LINDAU, L. A., SOUSA, F. B. B., FOGLIATTO, F., **Estudo comparativo entre empresas de ônibus utilizando AHP: o caso das empresas de consorciadas de Porto Alegre**, Transporte em Transformação VI – Trabalhos Vencedores do Prêmio CNT Produção Acadêmica 2001.
- COX, E., **The seven noble truths of fuzzy logic**, In: Expert from Computer Design, Apronix FuzzyNet, New York, 1992.
- CROSBY, P. B., **Qualidade é investimento**, 7ª edição, Rio de Janeiro, Editora José Olympio, 1999.
- CURY, M. Q., **Modelo heurístico neuro-fuzzy para avaliação humanística de projetos de transporte urbano**, Tese de doutorado, UFRJ, Pós-graduação em Engenharia de Produção, março de 1999.
- CZEPIEL, J. A., SOLOMON, M. R., SURPRENANT, C. F., **The service encounter: managing employee/customer interaction in service businesses**. Lexington, Lexington Books, 1986.
- DAIBERT, R.M., **Avaliação do desempenho de transporte coletivo por ônibus**, Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia – IME, Rio de Janeiro, 1983.
- DAVIDOW, W. H., UTTAL, B., **Serviço total ao cliente**. Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- DAVIS, F. W. Jr., MANRODT, K. B., **Service logistics: an introduction**, Journal of physical distribution & logistics management, vol. 21, nº7, p. 4 – 13, 1991.
- DEMING, W. E., **Qualidade: a revolução da administração**, Rio de Janeiro, Marques-Saraiva, 1990.
- DUBOIS, D., PRADE, H., **Fuzzy sets and systems: theory and applications**, Academic Press, New York, 1980.

- EBTU – Empresa Brasileira de Transportes Urbanos. **Gerência do sistema de transporte público urbano de passageiros – STPP**. Módulos de Treinamento – Planejamento da Operação, Vol. 2, 1988.
- EBTU – Empresa Brasileira de Transportes Urbanos. **Gerência do sistema de transporte público urbano de passageiros – STPP**. Módulos de Treinamento – Planejamento da Operação, Vol. 5, 1988.
- FARIA, C. A., **Percepção do usuário com relação as características do nível de serviço do transporte coletivo urbano por ônibus**. Tese de Mestrado, EESC / USP, São Carlos-SP, 1985.
- FEIGENBAUM, A. V., **Controle da qualidade total**, Makron Books, 1º edição, 1994.
- FERRAZ, A. C. P., **Eficiência e eficácia no transporte público urbano em cidades de brasileiras de porte médio**, Tese de livre docência. São Carlos: Universidade de São Paulo – USP / Escola de Engenharia de São Carlos, 1990.
- FERREIRA, A. B. de H., **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**, Editora Nova Fronteira, 1999.
- FIGUEIREDO, M. A. D., **Sistema balanceado de indicadores**, Anais do VII Congresso Brasileiro da Qualidade e Produtividade, UBQ - União Brasileira da Qualidade, Vitória, ES, 1997.
- FIGUEIREDO, M. A. D., **Metodologia para o desenvolvimento de indicadores estratégicos e operacionais**. Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia - IME, Rio de Janeiro, 1996.
- FITZSIMMONS, J. A.; SULLIVAN, R. S., **Service operations management**, New York, McGraw-Hill, 1982.
- FPNQ – FUNDAÇÃO PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE, **Crítérios de excelência**, 1997.
- FPNQ – FUNDAÇÃO PARA O PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE, **Indicadores de desempenho**, São Paulo: FPNQ, 1995.
- GARVIN, D. A., **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**, Editora Qualitymark, 1992.
- GIL, A. L., **Qualidade total nas organizações**, São Paulo: Atlas, 1992.
- GONÇALVES, N .M., **Economias de escala em uma linha de ônibus urbano: o enfoque micro-analítico**, dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

- GOUDARD, B., **Avaliação ambiental de alternativas de projetos de transporte Rodoviário com o uso da lógica fuzzy**, Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2001.
- GRÖNROOS, C., **Service management and marketing: managing the moments of truth in service competition**. Lexington, Lexington Books, 1990.
- GUMMESSON, E., **Service productivity, service quality and profitability**, da VIII Conferência da Associação de Gerenciamento de Operações, Warwick, Reino Unido, 1993.
- HILL, T., **Production/Operation management: text and Cases**, 2 edição, New York, Prentice Hall, 1991.
- HRONEC, S. M., ANDERSEN, A., **Sinais vitais**, Editora Makron Books: São Paulo, 1994.
- ISHIKAWA, K., **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**, Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- JURAN, J. M., **Controle da qualidade**, Makron Books, 1998.
- KAMPEL, S. A., **Geoinformação para estudos demográficos: representação espacial de dados de população na amazônia brasileira**, Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 2003.
- KAPLAN, R. S., NORTON, D. P., **A estratégia em ação**, Editora Campus:Rio de Janeiro, 1997.
- KARDEC, A., FLORES, J., SEIXAS, E., **Gestão estratégica e indicadores de desempenho**, Qualitymark: ABRAMAN, 2002.
- KAWAMOTO, E., **Custo e nível de serviço no transporte público urbano por ônibus**, Tese de Doutorado, São Carlos: Universidade de São Paulo-USP, Escola de Engenharia de São Carlos, 1984.
- KLIR, G. J., FOLGER, T.A., **Fuzzy sets, uncertainty, and information**, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1988.
- KOSKO, B., **Neural networks and fuzzy systems**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992.
- LIKERT, R., **A technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology, nº 140, 1932.
- LIMA, I. M. O., **O velho e o novo na gestão da qualidade no transporte urbano**, Editora EDIPRO, 1996, 1ª Edição.

- LIMA, I. M. O., **Gestão da qualidade e produtividade em transporte público urbano no Brasil**, Revista Indicadores de Qualidade e Produtividade, nº 2/93, p. 51-79, Brasília, 1994.
- LIMA Jr., O. F., **Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimento para diagnóstico**, Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 1995.
- LUKASIEWICZ, J., **Aristotle's syllogistic from the standpoint of modern formal logic**, Oxford, Clarendon, 1957.
- MACÁRIO, R., **Introdução teórica à gestão da qualidade**. Disponível: http://cesur.civil.ist.utl.pt/~sgvct/mt/2_semestre/QST/Download_docs/qst_02_ses_s01.pdf, [capturado em setembro de 2003].
- MAÇADA, A. C. G., BORENSTEIN, D., **Medindo a satisfação dos usuários de um sistema de apoio à decisão**, 24º Encontro nacional da ANPAD (ENANPAD), Florianópolis, 2000.
- MCDANIEL, C., GATES, R., **Pesquisa de marketing**, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.
- MARANHÃO, M., **ISO Série 9000: Manual de implementação**, 6. edição, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2001.
- MARTINS, G. A., **Manual para elaboração de monografias e dissertações**, 2º edição, São Paulo: Atlas, 2000.
- MARTINS, J. T., **O cotidiano acadêmico de enfermeiras docentes da Universidade Estadual de Londrina – PR: Um estudo sobre os sentimentos de prazer e sofrimento frente à implementação de uma mudança curricular radical**, Dissertação de Mestrado da Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental, na Escola de Enfermagem Fundamental de Ribeirão Preto, 2002.
- MENDEL, J.M., **Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial**, Proceedings of the IEEE, vol. 83, no. 3, pp. 345-377, 1995.
- NAVES, F. L., GOMES, M. F. O., **A construção social da organização: um estudo sob a perspectiva dos agricultores**. Disponível: <http://www.dae.ufla.br/Biblioteca/4CongrABAR/ard1999%5Card3.pdf>, [capturado em março de 2003].
- NORMAN, R., **Service management: strategy and leadership in service business**, New York, John Wiley, 1984.
- OLIVEIRA, M., FREITAS, H. M. R., **Indicadores de qualidade do projeto para edificações**, Anais do 20º ENANPAD, Angra dos Reis, 23 a 25 de setembro de 1996.

- OLIVEIRA, M., **Indicadores: busca da qualidade na construção civil**. Revista Brasileira de Administração Contemporânea (RBAVC), v.7, setembro 1995.
- ORTEGA, N. R. S., **Aplicação da teoria dos conjuntos fuzzy a problemas da biomedicina**, Tese de Doutorado do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2001.
- PALADINI, E. P., **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**, São Paulo, Editora Atlas, 1990.
- PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A., BERRY, L. L., **A conceptual model of service quality and its implications for the future research**, Journal of Marketing, v. 49, p. 41 – 50, Fall 1985.
- PEREIRA, J. C. R., **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**, 3º edição, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- PORTER, M. E., **The competitive advantage of nations**, New York, Free Press, 1990.
- PROJECT ACRONYM: QUATTRO, **Final report synthesis and recommendations**, Project funded by the European commission under the transport RTD programme of the EU's 4th framework programme for research, technological development and demonstration, June 1998.
- RABUSKE, R. A., **Inteligência artificial**, Florianópolis: Editora da UFSC, 1995.
- REINHOLD, I. R., **Qualidade em serviços de transporte coletivo urbano por ônibus**, Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia – IME, Rio de Janeiro, 1996.
- REZNIK, L., **Fuzzy controllers**, Newnes, Reino Unido, 1997.
- ROSANDER, A. C., **The quest for quality in services**, New York, Quality Press, ASQC, 1989.
- ROSS, T. J., **Fuzzy logic with engineering applications**, McGraw-Hill, 1995.
- SANTOS, A. L. V. L., **Fazendo funcionar os indicadores de qualidade e produtividade**, Revista de Indicadores de Qualidade e Produtividade do IPEA, Ano 2, vol. No 2, 1994.
- SEBRAE, **Indicadores de sucesso: qualidade e produtividade**. Brasília: SEBRAE, 1995.
- SHAW, I. S., SIMÕES, M. G., **Controle e modelagem fuzzy**, FAPESP, Editora Edgard Blücher LTDA, 1999.

- SILVA, P. A. L., **Probabilidades & estatísticas**, Rio de Janeiro, Reichmann & Affonso Editores, 1999.
- SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R., **Administração da produção**, Editora Atlas S. A., 2ª Edição, – 2001.
- SOUZA, H. H. H., **Avaliação do desempenho de sistemas de transporte público urbano sob a ótica da eficácia**, Dissertação de mestrado, Instituto Militar de Engenharia – IME, 2001.
- TADACHI, N., **Indicadores da qualidade e do desempenho – conceitos, definições e gestão**, Revista Decidir, p. 26-28, junho 1996.
- TAGUCHI, G., ELSAYED, E. A., HSIANG, T. T., **Engenharia da qualidade em sistemas de produção**. São Paulo: Mc Graw Hill, 1990.
- TANAKA, K., **An introduction to fuzzy logic for practical applications**, Springer, 1997.
- TANSCHKEIT, R., **Curso lógica fuzzy – slides**. Disponível: http://www.ica.ele.puc-rio.br/cursos/download/LN-Logica_Fuzzy_2004_slides.pdf, [capturado em junho de 2004].
- TANSCHKEIT, R., **Lógica fuzzy, raciocínio aproximado e mecanismos de inferência**, Relatório do Departamento de Engenharia Elétrica. PUC – Rio de Janeiro. p. 46-55, 2003.
- TOFFLER, A., **A terceira onda**, Editora Record, 1995.
- TOLEDO, J., OPRIME, P., **Sistema de indicadores de desempenho da qualidade do produto e do processo: concepção e implantação em uma empresa do setor de auto peças**, Anais do 20º ENANPAD, Angra dos Reis, 23 a 25 de setembro de 1996.
- TURKSEN, I. B., **Measurement of fuzziness: interpretation of the axioms of measure**, Conference on fuzzy information and knowledge representation for decision analysis, IFAC, Oxford, 1984, pp. 97-102.
- VELLASCO, M. B. R., **Notas de aula**. Disponível: <http://www.ica.ele.puc-rio.br/cursos/download/LN-cursop1.pdf>, [capturado em agosto de 2003].
- VINIEGRAS, C. R. V. G., **Manual para la utilización del cuestionario de salud general de goldberg. adaptación cubana**. Disponível: http://www.infomed.sld.cu/revistas/mgi/vol15_1_99/mgi10199.pdf, [capturado em fevereiro de 2003].
- YAMASHITA, Y., ALVES, G. B., **Qualidade no transporte coletivo urbano-ônibus**. VII Congresso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Volume II, p. 509 – 519, 1994.

YEN, J., LAGANRI, R., **Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information.** Prentice Hall, EUA, 1999.

ZADEH, L. A., **Fuzzy sets – Information and Control** 8 (3), 338 – 353, 1965.

ZEITHAML, V. A., PARASURAMAN, A., BERRY, L. L., **Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations.** New York, Free Press, 1990.

ZEITHAML, V. A., PARASSUMAN, A., BERRY, L. L., **Problems and strategies in services marketing,** Journal of Marketing, v. 49, p. 33-46, Spring 1985.

ZIMMERMANN, H.-J., **Fuzzy set theory and its applications,** 2ª edição, Kluwer Academic Publishers, 1991.

9 APÊNDICES

9.1.1 APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 1

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS SEGUNDO O CLIENTE

Pesquisa N° UF Cidade Região

Este documento tem como objetivo auxiliar a seleção de indicadores da qualidade pelo órgão gestor, do sistema de transporte público urbano de passageiros. Esta pesquisa tem o intuito de levantar dados iniciais referentes à importância dos atributos específicos do referido sistema, segundo a ótica das necessidades consideradas relevantes pelo cliente (passageiro), principal beneficiário.

1 - Marque com um X o grau de importância que cada atributo deva ter em um sistema de transporte público urbano de passageiros.

1. Disponibilidade

Refere-se à existência de veículos circulando em quantidade suficiente para atender as necessidades de uma região abrangida pelo sistema de transporte.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

9.1.2 APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 2

2. Acessibilidade

Refere-se à distância percorrida pelo cliente, como também à comodidade experimentada durante o percurso, até o / do ponto de origem / destino da viagem.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

3. Informação

Refere-se à disponibilidade de informação sobre a programação das viagens (roteiros, pontos de parada, condições de tráfego, horários, etc).

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

4. Rapidez

Refere-se ao tempo de duração de uma viagem entre os pontos de origem e destino.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

5. Tratamento

Refere-se aos cuidados e formas de expressão dispensados aos clientes pelos funcionários das empresas transportadoras.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

6. Conforto

Refere-se a sensação de bem-estar nos pontos de parada, estações, terminais de embarque / desembarque ou durante as viagens dentro dos veículos.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

9.1.3 APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 3

7. Confiabilidade

Refere-se ao grau de certeza dos clientes de que o veículo irá passar na origem e chegar ao destino da viagem no horário previsto.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

8. Segurança

Refere-se aos acidentes e incidentes com os veículos e aos atos de violência (roubos, agressões, etc.) no interior dos mesmos e nos pontos de parada, estações e terminais.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

9. Impacto ambiental

Refere-se aos efeitos danosos ao meio ambiente e à população, causados pelos elementos poluidores (fuligem, barulho, vibração, etc) emitidos pelos veículos.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

10. Modicidade

Refere-se ao valor (tarifa) que os clientes pagam para realizar uma viagem, sem prejuízo econômico das empresas transportadoras.

1 - Nenhuma 2 – Pouca 3 – Média 4 – Muita 5 - Total

9.1.4 APÊNDICE 4: QUESTIONÁRIO 1 DESTINADO AOS PASSAGEIROS – PARTE 4

2 - Numa escala de 0 a 10, atribua uma nota mínima a cada um dos graus de importância abaixo, partindo de nenhuma importância (nota 0) e aumentando a nota na ordem de pouca, média, muita e total importância.

Graus	Nota
Nenhuma Importância	
Pouca Importância	
Média Importância	
Muita Importância	
Total Importância	

3 - Favor informar:

Sexo: Feminino Masculino **Idade:** anos

Escolaridade: 1º Grau 2º Grau Graduação Mestrado Doutorado

Utilização do transporte público urbano de passageiros

Nenhuma Pouca Média Muita Total

9.1.5 APÊNDICE 5: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS – REGIÃO A

TAB. 9.1 Resposta dos passageiros da região A por meio de questionário – Parte 1

Atributos	Avaliação: Peso de cada atributo pelos passageiros da região A																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1 Disponibilidade	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	2	4	3	5	4	5	4	3	5	5	3	5	5	5	5	5
2 Acessibilidade	2	3	2	2	2	3	4	5	5	5	3	2	2	4	4	5	4	2	5	5	5	4	5	5	5	2
3 Informação	2	2	3	1	3	4	4	5	5	5	2	3	3	2	4	5	4	2	5	5	3	5	3	5	5	
4 Rapidez	2	1	2	3	4	3	3	3	3	5	3	3	3	1	3	5	3	3	3	2	5	3	3	3	5	
5 Tratamento	2	1	2	2	3	5	4	5	5	5	3	3	3	4	3	5	3	2	4	5	5	3	2	3	2	
6 Conforto	2	1	2	1	3	4	4	5	5	5	3	2	2	4	3	5	3	3	5	4	5	5	5	5	5	
7 Confiabilidade	2	2	4	3	3	3	4	5	3	5	3	4	4	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	2	
8 Segurança	2	3	3	2	2	5	3	5	5	5	3	3	3	4	3	5	3	5	5	5	3	3	2	5	2	
9 Impacto Ambiental	2	4	3	4	3	3	4	4	3	5	2	3	4	3	3	5	4	3	5	5	3	5	2	3	5	
10 Modicidade	2	4	3	2	2	3	3	4	3	5	4	3	3	4	3	5	4	3	3	5	3	5	2	2	2	
FU	3	3	3	4	5	3	3	4	3	5	2	4	3	4	3	3	3	3	5	5	2	4	4	5		

TAB. 9.2 Resposta dos passageiros da região A por meio de questionário – Parte 2

Atributos	Avaliação: Peso de cada atributo pelos passageiros da região A																								
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
1 Disponibilidade	5	5	5	5	5	5	4	5	3	2	4	3	5	5	4	3	3	5	4	4	3	4	5	5	4
2 Acessibilidade	5	5	5	5	4	4	4	5	4	2	4	3	4	5	3	4	3	5	4	4	3	4	4	5	4
3 Informação	2	5	5	5	5	5	4	5	3	1	5	4	3	4	4	3	4	5	5	3	2	4	4	5	4
4 Rapidez	5	3	5	5	3	5	4	5	4	2	5	4	4	4	3	3	4	5	5	3	3	3	4	5	3
5 Tratamento	3	5	3	5	3	4	4	5	5	1	5	3	4	5	4	3	3	5	4	3	3	3	4	5	3
6 Conforto	5	5	2	5	5	4	4	5	4	3	4	5	5	5	4	4	4	5	5	3	2	3	4	5	3
7 Confiabilidade	2	5	3	5	4	5	5	5	5	2	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	2	5	3	5	4
8 Segurança	5	5	3	5	4	5	5	5	4	2	4	4	3	4	5	4	4	5	5	4	1	5	3	5	3
9 Impacto Ambiental	5	5	2	5	5	4	5	5	5	1	4	5	3	4	4	4	3	5	5	4	1	5	3	5	3
10 Modicidade	5	3	5	5	4	4	5	5	5	2	5	5	3	5	4	5	3	5	4	5	1	4	3	5	4
FU	4	5	5	4	4	4	4	4	4	1	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	1	4	4	4	

9.1.6 APÊNDICE 6: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 1 APLICADO AOS PASSAGEIROS – REGIÃO B

TAB. 9.3 Resposta dos passageiros da região B por meio de questionário – Parte 1

Atributos	Avaliação: Peso de cada atributo pelos passageiros da região B																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1 Disponibilidade	4	5	4	4	3	4	3	5	5	5	4	4	5	5	4	5	3	3	5	3	1	2	4	3	3	3
2 Acessibilidade	5	4	4	2	5	3	1	4	3	1	4	3	4	4	3	5	4	2	5	4	3	2	4	5	4	4
3 Informação	3	4	4	4	2	4	2	4	4	5	3	2	5	4	1	4	3	2	3	3	4	3	4	5	3	4
4 Rapidez	5	5	4	4	4	2	5	3	4	5	4	4	4	3	2	4	5	4	4	5	5	4	3	3	5	4
5 Tratamento	5	4	3	4	3	4	5	4	5	1	4	3	4	4	5	4	5	4	4	5	2	3	4	4	5	5
6 Conforto	4	5	4	3	2	4	5	4	5	5	4	5	5	4	3	5	5	4	4	4	2	4	3	5	4	4
7 Confiabilidade	5	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	3	4	4	5	5	4	5	5	3	4	4	5	4	3
8 Segurança	5	5	5	4	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
9 Impacto Ambiental	4	5	5	5	4	1	3	5	3	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5
10 Modicidade	5	4	5	5	2	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	3	5	3	4	4	5	3	3
FU	4	4	5	4	4	2	3	4	4	5	3	5	5	5	4	5	5	4	5	4	3	4	3	5	4	4

TAB. 9.4 Resposta dos passageiros da região B por meio de questionário – Parte 2

Atributos	Avaliação: Peso de cada atributo pelos passageiros da região B																									
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
1 Disponibilidade	4	4	2	3	4	5	5	5	2	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4			
2 Acessibilidade	3	4	2	3	4	3	4	5	4	2	2	4	4	4	5	4	4	3	4	4	3	2	2			
3 Informação	5	5	5	4	4	3	3	5	1	5	4	3	4	3	1	3	5	3	4	4	3	2	1			
4 Rapidez	4	5	5	3	5	5	4	5	3	5	4	5	2	5	4	3	4	4	2	4	4	4	3			
5 Tratamento	3	3	1	5	4	5	4	5	4	5	5	5	3	3	1	4	3	4	3	3	1	2	2			
6 Conforto	4	4	5	5	4	3	4	5	3	5	4	5	4	3	1	3	4	3	3	2	3	4	5			
7 Confiabilidade	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	1	3	4	4	5	4	4	3	5			
8 Segurança	5	5	1	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	3	5	5	5	3	4	1	5	5			
9 Impacto Ambiental	4	5	5	4	4	5	3	5	5	3	5	5	4	4	3	3	5	4	4	5	4	5	5			
10 Modicidade	4	5	1	4	4	4	4	5	4	3	3	4	3	5	3	5	3	5	3	3	4	3	5			
FU	5	5	5	4	2	2	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	2	1	1			

9.1.8 APÊNDICE 8: CONJUNTOS *FUZZY* E RESPECTIVAS INTEGRAIS *FUZZY* PARA A REGIÃO A – PASSAGEIROS

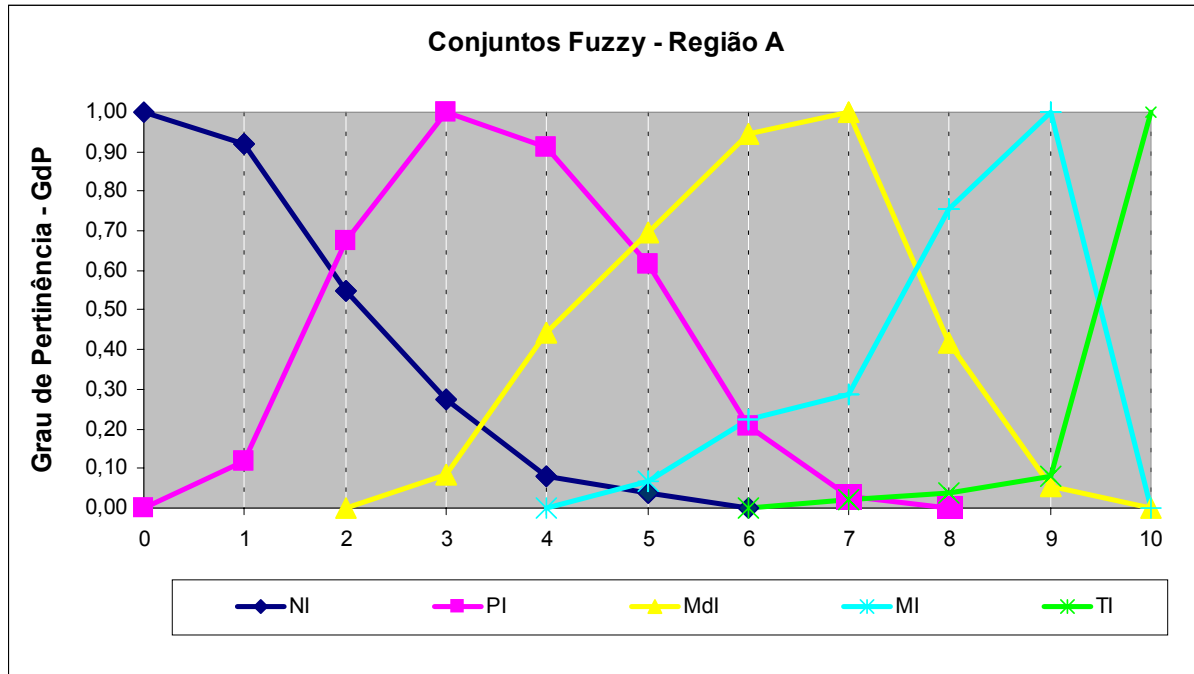


FIG. 9.1 Conjuntos *fuzzy* para a região A

Representação por meio de integrais dos conjuntos *fuzzy* da região A:

NI

$$\int_0^1 -0,0784x + 1/x + \int_1^2 -0,3725x + 1,2941/x + \int_2^3 -0,2745x + 1,098/x +$$

$$\int_3^4 -0,1961x + 0,8627/x + \int_4^5 -0,0392x + 0,2353/x + \int_5^6 -0,0392x + 0,2353/x$$

PI

$$\int_0^1 0,1176x / x + \int_1^2 0,5588x - 0,4412 / x + \int_2^3 0,3235x + 0,0294 / x +$$

$$\int_3^4 -0,0882x + 1,2647 / x + \int_4^5 -0,2941x + 2,0882 / x + \int_5^6 -0,4118x + 2,6765 / x +$$

$$\int_6^7 -0,1765x + 1,2647 / x + \int_7^8 -0,0294x + 0,2353 / x$$

MdI

$$\int_2^3 0,0833x - 0,1667/x + \int_3^4 0,3611x - 1/x + \int_4^5 0,25x - 0,5556/x + \int_5^6 0,25x - 0,5556/x +$$
$$\int_6^7 0,0556x + 0,6111/x + \int_7^8 -0,5833x + 5,0833/x + \int_8^9 -0,3611x + 3,3056/x +$$
$$\int_9^{10} -0,0556x + 0,5556/x$$

MI

$$\int_4^5 0,0667x - 0,2667/x + \int_5^6 0,1556x - 0,7111/x + \int_6^7 0,0667x - 0,1778/x +$$
$$\int_7^8 0,4667x - 2,9778/x + \int_8^9 0,2444x - 1,2/x + \int_9^{10} -x + 10/x$$

TI

$$\int_6^7 0,0196x - 0,1176/x + \int_7^8 0,0196x - 0,1176/x + \int_8^9 0,0392x - 0,2745/x +$$
$$\int_9^{10} 0,9216x - 8,2157/x$$

9.1.9 APÊNDICE 9: CONJUNTOS FUZZY E RESPECTIVAS INTEGRAIS FUZZY PARA A REGIÃO B – PASSAGEIROS

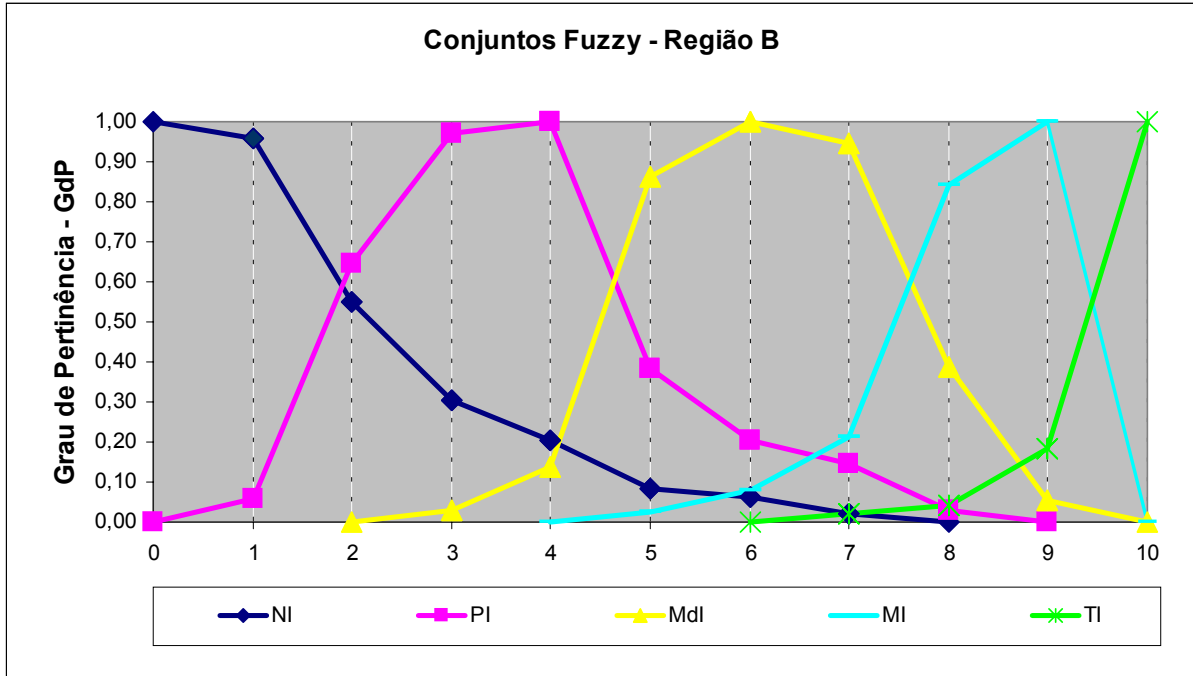


FIG. 9.2 Conjuntos fuzzy para a região B

Representação por meio de integrais dos conjuntos fuzzy da região B:

NI

$$\int_0^1 -0,0408x + 1/x + \int_1^2 -0,4082x + 1,3673/x + \int_2^3 -0,2449x + 1,0408/x +$$

$$\int_3^4 -0,102x + 0,6122/x + \int_4^5 -0,1224x + 0,6939/x + \int_5^6 -0,0204x + 0,1837/x +$$

$$\int_6^7 -0,0408x + 0,3061/x + \int_7^8 -0,0204x + 0,1633/x$$

PI

$$\int_0^1 0,0588x/x + \int_1^2 0,5882x - 0,5294/x + \int_2^3 -0,3235x/x + \int_3^4 0,0294x + 0,8824/x +$$

$$\int_4^5 -0,6176x + 3,4706/x + \int_5^6 -0,1765x + 1,2647/x + \int_6^7 -0,0588x + 0,5588/x +$$

$$\int_7^8 0,1176x + 0,9706/x + \int_8^9 0,0294x + 0,2647/x$$

MdI

$$\int_2^3 0,0278x - 0,0556/x + \int_3^4 0,1111x - 0,3056/x + \int_4^5 0,7222x - 2,75/x +$$
$$\int_5^6 0,1389x + 0,1667/x + \int_6^7 -0,0556 + 1,3333/x + \int_7^8 -0,5556 + 4,8333/x +$$
$$\int_8^9 -0,3333x + 3,0556/x + \int_9^{10} -0,0556x + 0,5556/x$$

MI

$$\int_4^5 0,0263x - 0,1053/x + \int_5^6 0,0526x - 0,2368/x + \int_6^7 0,1316x - 7105/x +$$
$$\int_7^8 0,6316x - 4,2105/x + \int_8^9 0,1579x - 0,4211/x + \int_9^{10} -x + 10/x$$

TI

$$\int_6^7 0,0204x - 0,1224/x + \int_7^8 0,0204x - 0,1224/x + \int_8^9 0,1429x - 1,102/x +$$
$$\int_9^{10} 0,8163x - 7,1633/x$$

9.1.10 APÊNDICE 10: CONJUNTOS FUZZY E RESPECTIVAS INTEGRAIS FUZZY PARA A REGIÃO C – PASSAGEIROS

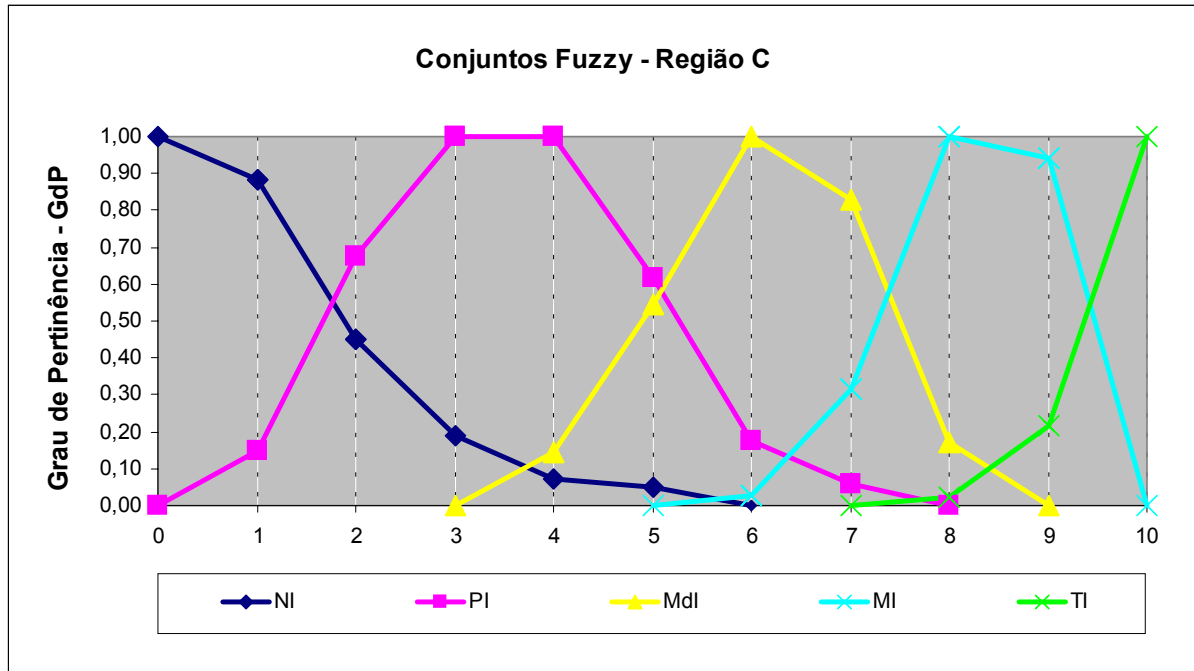


FIG. 9.3 Conjuntos fuzzy para a região C

Representação por meio de integrais dos conjuntos fuzzy da região C:

NI

$$\int_0^1 -0,119x + 1/x + \int_1^2 -0,4286x + 1,3095/x + \int_2^3 -0,2619x + 0,9762/x + \int_3^4 -0,119x + 0,5476/x + \int_4^5 -0,0238x + 0,1667/x + \int_5^6 -0,0476x + 0,2857/x$$

PI

$$\int_0^1 0,1471x/x + \int_1^2 0,5294x - 0,3824/x + \int_2^3 0,3235x + 0,0294/x + \int_3^4 1/x + \int_4^5 -0,3824x + 2,5294/x + \int_5^6 -0,4412x + 2,8235/x + \int_6^7 -0,1176x + 0,8824/x + \int_7^8 -0,0588x + 0,4706/x$$

MdI

$$\int_3^4 0,1429x - 0,4286/x + \int_4^5 0,4x - 1,4571/x + \int_5^6 0,4571x - 1,7429/x + \\ \int_6^7 -0,1714x + 2,0286/x + \int_7^8 -0,6571x + 5,4286/x + \int_8^9 -0,1714x + 1,5429/x$$

MI

$$\int_5^6 0,0286x - 0,1429/x + \int_6^7 0,2857x - 1,6857/x + \int_7^8 0,6857x - 4,4857/x + \\ \int_8^9 -0,0571x + 1,4571/x + \int_9^{10} -0,9429x + 9,4286/x$$

TI

$$\int_7^8 0,0238x - 0,1667/x + \int_8^9 0,1905x - 1,5/x + \int_9^{10} 0,7857x - 6,8571/x$$

9.1.11 APÊNDICE 11: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS DA REGIÃO A

TAB. 9.7 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região A

	36	47	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	2	3	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
2	2	3	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
3	1	2	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	1,50
4	2	3	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
5	1	3	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	3,50
6	3	2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
7	2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,00
8	2	1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	1,50
9	1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
10	2	1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	1,50
FU	1	1						

TAB. 9.8 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região A

	21	11	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	3	2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
2	5	3	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,50
3	3	2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
4	5	3	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,50
5	5	3	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,50
6	5	3	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,50
7	5	3	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,50
8	3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	7,00
9	3	2	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	5,00
10	3	4	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	8,00
FU	2	2						

TAB. 9.9 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região A

	1	2	3	6	7	9	13	15	16	17	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	2	3	3	4	4	4	3	4	5	4	3	0,09	0,45	0,36	0,09	0,00	7,82
2	2	3	2	3	4	5	2	4	5	4	2	0,18	0,27	0,18	0,36	0,00	6,64
3	2	2	3	4	4	5	3	4	5	4	2	0,18	0,36	0,18	0,27	0,00	7,18
4	2	1	2	3	3	3	3	3	5	3	3	0,09	0,00	0,64	0,18	0,09	5,91
5	2	1	2	5	4	5	3	3	5	3	2	0,27	0,09	0,27	0,27	0,09	6,27
6	2	1	2	4	4	5	2	3	5	3	3	0,18	0,18	0,27	0,27	0,09	6,18
7	2	2	4	3	4	3	4	3	5	3	5	0,18	0,27	0,36	0,18	0,00	7,36
8	2	3	3	5	3	5	3	3	5	3	5	0,36	0,00	0,55	0,09	0,00	7,73
9	2	4	3	3	4	3	4	3	5	4	3	0,09	0,36	0,45	0,09	0,00	7,64
10	2	4	3	3	3	3	3	3	5	4	3	0,09	0,18	0,64	0,09	0,00	7,27
FU	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						

TAB. 9.10 Defuzificação em relação a freqüência de utilização – FU 4 – Região A

	4	8	12	14	22	23	27	30	31	32	33	34	35	37	38	40	43	45	48	49	50	f- TI	f- MI	f- Mdl	f- PI	f- NI	D
1	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	4	3	5	3	4	4	5	5	0,52	0,29	0,19	0,00	0,00	9,14
2	2	5	2	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	3	5	3	4	4	4	5	0,33	0,48	0,10	0,10	0,00	8,57
3	1	5	3	2	5	3	2	5	5	5	4	5	3	5	4	4	4	5	4	4	5	0,43	0,29	0,14	0,10	0,05	8,14
4	3	3	3	1	3	3	5	5	3	5	4	5	4	5	4	4	4	5	3	4	5	0,33	0,29	0,33	0,00	0,05	8,24
5	2	5	3	4	3	2	3	5	3	4	4	5	5	5	3	5	3	4	3	4	5	0,33	0,24	0,33	0,10	0,00	8,10
6	1	5	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	4	5	0,52	0,33	0,05	0,05	0,05	8,71
7	3	5	4	5	5	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	3	5	0,62	0,24	0,10	0,05	0,00	9,14
8	2	5	3	4	3	2	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	3	5	0,43	0,33	0,14	0,10	0,00	8,57
9	4	4	3	3	5	2	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	3	5	5	3	5	0,52	0,24	0,19	0,05	0,00	8,86
10	2	4	3	4	5	2	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	3	4	4	3	5	0,48	0,29	0,14	0,10	0,00	8,62
FU	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						

TAB. 9.11 Defuzificação em relação a freqüência de utilização – FU 5 – Região A

	5	10	19	20	24	25	26	28	29	39	41	42	44	46	51	f- TI	f- MI	f- Mdl	f- PI	f- NI	D
1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	0,67	0,20	0,13	0,00	0,00	9,40
2	2	5	5	5	5	5	2	5	5	4	3	4	5	4	4	0,53	0,27	0,07	0,13	0,00	8,60
3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	3	5	3	4	0,60	0,13	0,27	0,00	0,00	9,07
4	4	5	3	2	3	5	2	3	5	4	3	3	5	3	3	0,27	0,13	0,47	0,13	0,00	7,53
5	3	5	4	5	3	2	2	5	3	4	4	3	5	3	3	0,27	0,20	0,40	0,13	0,00	7,67
6	3	5	5	4	5	5	5	5	2	5	4	4	5	3	3	0,53	0,20	0,20	0,07	0,00	8,73
7	3	5	5	5	5	5	2	5	3	4	5	4	5	4	4	0,53	0,27	0,13	0,07	0,00	8,87
8	2	5	5	5	5	2	2	5	3	3	5	4	5	4	3	0,47	0,13	0,20	0,20	0,00	7,87
9	3	5	5	5	3	5	5	5	2	3	4	4	5	4	3	0,47	0,20	0,27	0,07	0,00	8,53
10	2	5	3	5	2	2	3	3	5	3	4	5	5	5	4	0,40	0,13	0,27	0,20	0,00	7,67
FU	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						

9.1.12 APÊNDICE 12: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS DA REGIÃO B

TAB. 9.12 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região B

	48	49	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	3	4	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
2	2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
3	2	1	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	2,00
4	4	3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
5	2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6	4	5	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	9,50
7	3	5	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,00
8	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
9	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
10	3	5	0,50	0,00	0,50	0,00	0,00	8,00
FU	1	1						

TAB. 9.13 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região B

	6	31	32	47	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	4	4	5	3	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
2	3	4	3	3	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	6,75
3	4	4	3	3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
4	2	5	5	4	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	8,25
5	4	4	5	1	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	7,00
6	4	4	3	3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
7	4	4	4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8	2	4	4	1	0,00	0,50	0,00	0,25	0,25	5,50
9	1	4	5	4	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	7,00
10	4	4	4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
FU	2	2	2	2						

TAB. 9.14 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região B

	7	11	21	23	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	3	4	1	4	0,00	0,50	0,25	0,00	0,25	6,00
2	1	4	3	4	0,00	0,50	0,25	0,00	0,25	6,00
3	2	3	4	4	0,00	0,50	0,25	0,25	0,00	7,00
4	5	4	5	3	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	8,75
5	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
6	5	4	2	3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
7	4	5	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
8	5	5	5	4	0,75	0,25	0,00	0,00	0,00	9,75
9	3	4	5	3	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
10	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
FU	3	3	3	3						

TAB. 9.15 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 4 – Região B

	1	2	4	5	8	9	15	18	20	22	25	26	30	33	35	37	38	39	40	42	43	44	46	f- TI	f- MI	f- Mdl	f- PI	f- NI	D	
1	4	5	4	3	5	5	4	3	3	2	3	3	3	5	2	3	4	3	4	4	4	4	5	0,22	0,35	0,35	0,09	0,00	7,74	
2	5	4	2	5	4	3	3	2	4	2	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	0,09	0,57	0,17	0,17	0,00	7,70
3	3	4	4	2	4	4	1	2	3	3	3	4	4	3	1	4	3	4	3	3	5	3	4	0,04	0,39	0,39	0,09	0,09	6,65	
4	5	5	4	4	3	4	2	4	5	4	5	4	3	4	3	4	5	2	5	3	4	4	4	0,26	0,48	0,17	0,09	0,00	8,30	
5	5	4	4	3	4	5	5	4	5	3	5	5	5	4	4	5	5	3	3	4	3	4	3	0,39	0,35	0,26	0,00	0,00	8,61	
6	4	5	3	2	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	5	4	3	3	4	3	2	0,17	0,48	0,26	0,09	0,00	7,96	
7	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	3	5	5	5	4	5	4	5	3	4	4	4	0,43	0,48	0,09	0,00	0,00	9,17	
8	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	0,70	0,30	0,00	0,00	0,00	9,70	
9	4	5	5	4	5	3	4	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	4	4	3	5	4	5	0,57	0,30	0,13	0,00	0,00	9,17	
10	5	4	5	2	5	4	4	4	5	4	3	3	4	4	4	3	4	3	5	5	3	5	3	0,30	0,39	0,26	0,04	0,00	8,30	
FU	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							

TAB. 9.16 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 5 – Região B

	3	10	12	13	14	16	17	19	24	27	28	29	34	36	41	45	f- TI	f- MI	f- Mdl	f- PI	f- NI	D
1	4	5	4	5	5	5	3	5	3	4	4	2	5	3	4	4	0,38	0,38	0,19	0,06	0,00	8,50
2	4	1	3	4	4	5	4	5	5	3	4	2	5	2	5	4	0,31	0,38	0,13	0,13	0,06	7,75
3	4	2	2	5	4	4	3	3	5	5	5	5	5	5	1	4	0,44	0,25	0,13	0,13	0,06	7,88
4	4	5	4	4	3	4	5	4	3	4	5	5	5	5	4	2	0,38	0,44	0,13	0,06	0,00	8,69
5	3	1	3	4	4	4	5	4	4	3	3	1	5	5	1	3	0,19	0,31	0,31	0,00	0,19	6,56
6	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	1	3	0,56	0,31	0,06	0,00	0,06	8,81
7	4	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	5	0,69	0,19	0,06	0,00	0,06	8,94
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	3	3	0,81	0,00	0,13	0,00	0,06	8,88
9	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	3	3	4	0,44	0,44	0,13	0,00	0,00	9,06
10	5	5	5	5	4	4	5	3	5	4	5	1	5	3	3	3	0,50	0,19	0,25	0,00	0,06	8,19
FU	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						

9.1.13 APÊNDICE 13: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELA FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO – PASSAGEIROS DA REGIÃO C

TAB. 9.17 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 1 – Região C

	8	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,50
3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,50
4	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
5	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	3,50
6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00
7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00
8	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	8,00
9	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
10	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
FU	1						

TAB. 9.18 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 2 – Região C

	20	33	37	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
2	5	4	5	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	9,33
3	5	4	5	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	9,33
4	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
5	5	4	5	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	9,33
6	5	4	5	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	9,33
7	4	5	5	0,67	0,33	0,00	0,00	0,00	9,33
8	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
9	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
10	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
FU	2	2	2						

TAB. 9.19 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 3 – Região C

	11	14	26	27	30	34	35	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	5	5	4	4	4	4	4	0,29	0,71	0,00	0,00	0,00	8,57
2	2	3	1	2	2	3	4	0,00	0,14	0,29	0,43	0,14	4,36
3	3	3	1	3	3	3	4	0,00	0,14	0,71	0,00	0,14	5,43
4	4	5	5	5	5	4	5	0,71	0,29	0,00	0,00	0,00	9,43
5	2	2	2	2	3	2	3	0,00	0,00	0,29	0,71	0,00	4,21
6	3	3	4	4	4	3	4	0,00	0,57	0,43	0,00	0,00	7,14
7	4	4	4	4	4	5	4	0,14	0,86	0,00	0,00	0,00	8,29
8	4	5	5	5	5	5	5	0,86	0,14	0,00	0,00	0,00	9,71
9	4	4	4	4	4	3	3	0,00	0,71	0,29	0,00	0,00	7,43
10	5	5	5	5	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
FU	3	3	3	3	3	3	3						

TAB. 9.20 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 4 – Região C

	1	4	6	13	17	19	25	29	36	38	39	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	4	5	2	4	4	5	4	5	4	5	4	0,36	0,55	0,00	0,09	0,00	8,32
2	1	2	1	3	2	2	3	2	2	2	2	0,00	0,00	0,18	0,64	0,18	3,32
3	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	0,00	0,00	0,00	0,36	0,64	1,27
4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	0,36	0,55	0,09	0,00	0,00	8,55
5	2	3	1	3	2	2	1	3	2	2	3	0,00	0,00	0,36	0,45	0,18	3,77
6	3	2	2	4	3	3	2	4	4	4	4	0,00	0,45	0,27	0,27	0,00	6,23
7	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	0,55	0,45	0,00	0,00	0,00	9,09
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
9	4	3	4	4	3	4	5	4	5	5	4	0,27	0,55	0,18	0,00	0,00	8,18
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
FU	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4						

TAB. 9.21 Defuzificação em relação a frequência de utilização – FU 5 – Região C

	2	3	5	7	9	10	12	15	16	18	21	22	23	24	28	31	32	40	41	42	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1	3	3	5	5	3	4	4	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5	5	4	5	0,40	0,40	0,20	0,00	0,00	8,40
2	2	1	2	2	1	2	2	1	3	3	4	1	4	2	3	3	1	1	2	1	0,00	0,10	0,20	0,35	0,35	3,23
3	1	1	1	1	2	1	3	2	3	2	2	1	3	4	1	2	1	1	2	2	0,00	0,05	0,15	0,35	0,45	2,53
4	3	4	5	4	5	4	5	4	3	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	0,40	0,50	0,10	0,00	0,00	8,60
5	2	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	3	2	3	1	2	2	0,00	0,10	0,30	0,45	0,15	4,18
6	2	4	3	3	2	4	3	3	4	3	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	0,05	0,50	0,35	0,10	0,00	6,95
7	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	3	5	3	4	5	5	5	4	0,55	0,35	0,10	0,00	0,00	8,90
8	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	0,90	0,10	0,00	0,00	0,00	9,80
9	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	5	4	3	4	4	5	5	5	4	4	0,20	0,60	0,20	0,00	0,00	8,00
10	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,95	0,05	0,00	0,00	0,00	9,90
FU	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						

9.1.14 APÊNDICE 14: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 1

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES DE QUALIDADE PARA O SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS SEGUNDO O ESPECIALISTA

Pesquisa Nº UF Cidade Região

Este documento tem como objetivo auxiliar a seleção de indicadores de qualidade para posterior avaliação, por um órgão gestor, do sistema de transporte público urbano de passageiros. Esta pesquisa tem o intuito de levantar dados referentes à importância dos indicadores específicos do referido sistema, a partir das necessidades consideradas relevantes pelo cliente (passageiro), principal beneficiário. Portanto, ao(à) senhor(a) especialista pede-se a gentileza de responder as questões a seguir discriminadas, após ler atentamente as características da região em questão.

Características da Região:

Trata-se de uma região localizada no nordeste do Brasil, com clima tropical, com temperatura em média de 36° C, com vento de Nordeste em média a 14 km/h e com umidade em torno de 45%. Destinada a atividade de ensino, moderadamente povoada, com população residente da classe média e população não residente das classes média e baixa. O perfil dos clientes do transporte público urbano dessa região é predominantemente da classe média.

1 – Diante do exposto acima, marque com um X o grau de importância que cada indicador deva ter para cada classe de cliente do sistema de transporte público urbano de passageiros, que atende a região em questão. Os conceitos dos atributos são resultantes da avaliação efetuada pelos clientes.

9.1.15 APÊNDICE 15: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 2

<p>Atributo 1: Disponibilidade Conceito: Muita importância</p>	<p>Refere-se à existência de veículos circulando em quantidade suficiente para atender as necessidades de uma região abrangida pelo sistema de transporte.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Índice de regularidade</p>					
<p>2 – Índice de supressão de horários</p>					
<p>3 – Fator de cumprimento da frota</p>					

<p>Atributo 2: Acessibilidade Conceito: Muita importância</p>	<p>Refere-se à distância percorrida pelo cliente, como também à comodidade experimentada durante o percurso, até o / do ponto de origem / destino da viagem.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Distância média de caminhada</p>					
<p>2 – Índice de passageiros por quilômetro</p>					

9.1.16 APÊNDICE 16: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 3

Atributo 3: Informação Conceito: Média Importância	Refere-se à disponibilidade de informação sobre a programação das viagens (roteiros, pontos de parada, condições de tráfego, horários, etc).				
Indicadores	Grau de Importância				
	Nenhuma	Pouca	Média	Muita	Total
1 – Índice de passageiros por funcionário					

Atributo 4: Rapidez Conceito: Média Importância	Refere-se ao tempo de duração de uma viagem entre os pontos de origem e destino.				
Indicadores	Grau de Importância				
	Nenhuma	Pouca	Média	Muita	Total
1 – Tempo total de viagem					
2 – Velocidade média comercial					
3 – Velocidade média operacional					

Atributo 5: Tratamento Conceito: Média Importância	Refere-se aos cuidados e formas de expressão dispensados aos clientes pelos funcionários das empresas transportadoras.				
Indicadores	Grau de Importância				
	Nenhuma	Pouca	Média	Muita	Total
1 – Índice de satisfação dos clientes					
2 – Índice de reclamações					

9.1.17 APÊNDICE 17: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 4

<p>Atributo 6: Conforto Conceito: Muita importância</p>	<p>Refere-se a sensação de bem-estar nos pontos de parada, estações, terminais de embarque / desembarque ou durante as viagens dentro dos veículos.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Área disponível por passageiros no interior do veículo</p>					
<p>2 – Densidade no interior do veículo</p>					
<p>3 – Disponibilidade de assentos</p>					
<p>4 – Freqüência de acelerações anormais</p>					
<p>5 – Taxa média de ocupação</p>					
<p>6 – Conforto térmico</p>					
<p>7 – Ventilação nos veículos</p>					
<p>8 – Nível de ruído interior do veículo</p>					
<p>9 – Área disponível no ponto de embarque / desembarque</p>					
<p>10 – Índice de direitura da Rota</p>					
<p>11 – Índices de pontos com abrigo</p>					
<p>12 – Facilidade de embarque / desembarque</p>					
<p>13 – Índice de Conforto</p>					

9.1.18 APÊNDICE 18: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 5

<p>Atributo 7: Confiabilidade Conceito: Muita importância</p>	<p>Refere-se ao grau de certeza dos clientes de que o veículo irá passar na origem e chegar ao destino da viagem no horário previsto.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Intervalo médio</p>					
<p>2 – Índice de Pontualidade</p>					
<p>3 – Tempo médio de espera no ponto de parada</p>					
<p>4 – Frequência de Panes</p>					

9.1.19 APÊNDICE 19: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 6

<p>Atributo 8: Segurança Conceito: Média importância</p>	<p>Refere-se aos acidentes e incidentes com os veículos e aos atos de violência (roubos, agressões, etc.) no interior dos mesmos e nos pontos de parada, estações e terminais.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Frequência de acidentes com passageiros</p>					
<p>2 – Frequência de acidentes com terceiros</p>					
<p>3 – Índice de gravidade de acidentes com passageiros</p>					
<p>4 – Índice de gravidade de acidentes com terceiros</p>					
<p>5 – Índice de idade média da frota</p>					
<p>6 – Fator de utilização de funcionários</p>					
<p>7 – Índice de utilização do veículo</p>					
<p>Atributo 9: Impacto ambiental Conceito: Média Importância</p>	<p>Refere-se aos efeitos danosos ao meio ambiente e à população, causados pelos elementos poluidores (fuligem, barulho, vibração, etc) emitidos pelos veículos.</p>				
<p>Indicadores</p>	<p>Grau de Importância</p>				
	<p>Nenhuma</p>	<p>Pouca</p>	<p>Média</p>	<p>Muita</p>	<p>Total</p>
<p>1 – Índice de poluição ambiental provocado pelo ônibus</p>					

9.1.20 APÊNDICE 20: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 7

Atributo 10: Modicidade Conceito: Média Importância	Refere-se ao valor (tarifa) que os clientes pagam para realizar uma viagem.				
Indicadores	Grau de Importância				
	Nenhuma	Pouca	Média	Muita	Total
1 – Índice de desembolso com transporte					
2 – Índice de Tarifa Social					

2 – Numa escala de 0 a 10, atribua uma nota mínima a cada um dos graus de importância abaixo, partindo de nenhuma importância (nota 0) e aumentando a nota na ordem de pouca, média, muita e total importância.

Graus	Nota
Nenhuma Importância	0
Pouca Importância	
Média Importância	
Muita Importância	
Total Importância	

9.1.21 APÊNDICE 21: QUESTIONÁRIO 2 DESTINADO AOS ESPECIALISTAS – PARTE 8

3 – Favor informar:

Sexo: Feminino Masculino **Idade:** anos

Escolaridade: Técnico Graduação Mestrado Doutorado Pós-Doutorado

Experiência em transporte público urbano de passageiros:

Nenhuma Pouca Média Muita Total

4 – Comentários:

9.1.22 APÊNDICE 22: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO A

TAB. 9.22 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 1

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região A																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 Disponibilidade																		
1.1 Índice de Regularidade	4	5	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2	5	4	4	4	2	4
1.2 Índice de Supressão de horários	1	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	5	3	1	1	4	2
1.3 Fator de cumprimento da frota	2	5	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	2	3	2	3
2 Acessibilidade																		
2.1 Distância média de caminhada	5	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	5	3	4	3
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	1	3	1	3	3	4	2	2	4	3	3	2	3	3	1	3	1	2
3 Informação																		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	1	5	3	3	4	4	2	4	2	3	4	2	5	4	1	3	3	4
4 Rapidez																		
4.1 Tempo total de viagem	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3
4.2 Velocidade média comercial	4	4	2	4	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	4	4	2	2
4.3 Velocidade média operacional	4	4	2	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	2	3
5 Tratamento																		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	4	5	4	4	4	4	2	3	4	3	4	2	5	4	4	5	4	3
5.2 Índice de reclamações	1	5	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	5	3	1	3	3	3

TAB. 9.23 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 2

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região A																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6 Conforto																		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	4	5	3	4	3	4	4	2	4	4	3	4	5	3	4	4	3	4
6.2 Densidade no interior do veículo	4	5	4	4	3	3	2	3	4	4	3	2	5	3	4	4	4	3
6.3 Disponibilidade de assentos	4	5	3	4	4	3	3	3	5	4	4	3	5	4	4	4	3	4
6.4 Frequência de acelerações anormais	2	1	3	3	2	3	3	4	5	4	2	3	1	2	2	4	3	2
6.5 Taxa média de ocupação	1	5	4	3	3	3	5	3	4	4	3	5	5	3	1	4	4	3
6.6 Conforto térmico	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3
6.7 Ventilação nos veículos	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	2	5	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	2	3	3	3
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	4	5	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2	5	3	4	3	3	2
6.10 Índice de direitura da rota	1	1	3	2	2	3	4	3	3	3	2	4	1	2	1	3	3	3
6.11 Índices de pontos com abrigo	2	5	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	5	3	2	3	3	4
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	4	5	3	4	3	4	2	3	4	3	3	2	5	3	4	3	3	3
6.13 Índice de conforto	4	5	3	4	3	4	2	3	4	4	3	2	5	3	4	4	3	3
7 Confiabilidade																		
7.1 Intervalo médio	4	3	3	4	3	4	2	4	4	4	3	2	3	3	4	4	3	4
7.2 Índice de pontualidade	4	5	3	4	2	4	4	4	4	4	2	4	5	2	4	4	3	4
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	4	1	4	4	5	4	3	4	4	4	5	3	1	5	4	1	4	2
7.4 Frequência de panes	2	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	2	4	3	4
8 Segurança																		
8.1 Frequência de acidentes com passageiros	2	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	2	4	4	4
8.2 Frequência de acidentes com terceiros	2	5	2	4	4	4	3	3	5	4	4	3	5	4	2	4	2	3
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	2	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	2	4	4	4
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	2	5	3	5	4	4	3	3	5	3	4	3	5	4	2	3	3	3
8.5 Índice de idade média da frota	1	5	2	3	3	3	3	2	4	4	3	3	5	3	1	4	2	4
8.6 Fator de utilização de funcionários	1	1	1	3	4	3	3	2	3	3	4	3	1	4	1	3	1	2
8.7 Índice de utilização do veículo	1	1	1	3	3	3	3	2	3	4	3	3	1	3	1	4	1	2

TAB. 9.24 Resposta dos especialistas para a região A por meio de questionário – Parte 3

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região A																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9 Impacto Ambiental																		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	2	5	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	5	3	2	3	3	2
10 Modicidade																		
10.1 Índice de desembolso com transporte	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	4	3
10.2 Índice de tarifa social	1	5	3	4	4	4	2	2	4	3	4	2	5	4	1	3	3	2
Grau de Experiência	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	1	2	4

9.1.23 APÊNDICE 23: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO B

TAB. 9.25 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 1

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região B																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 Disponibilidade																		
1.1 Índice de Regularidade	4	5	2	3	4	4	2	5	4	5	4	2	5	4	4	2	4	4
1.2 Índice de Supressão de horários	1	5	4	3	4	3	4	4	3	5	4	4	5	4	1	4	2	3
1.3 Fator de cumprimento da frota	2	5	2	4	3	3	3	3	3	4	3	3	5	3	2	2	3	3
2 Acessibilidade																		
2.1 Distância média de caminhada	5	3	4	4	5	3	4	5	5	4	5	4	3	5	5	4	3	3
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	2	3	1	3	4	3	2	3	5	4	4	2	3	4	2	1	2	4
3 Informação																		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	1	5	4	3	4	3	2	5	2	3	4	2	5	4	1	3	4	3
4 Rapidez																		
4.1 Tempo total de viagem	4	4	5	3	4	3	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4
4.2 Velocidade média comercial	3	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4	3	4	4	3	2	2	4
4.3 Velocidade média operacional	3	4	3	4	4	3	3	2	3	4	4	3	4	4	3	2	3	4
5 Tratamento																		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	4	5	4	4	4	4	2	4	3	4	4	2	5	4	4	5	4	3
5.2 Índice de reclamações	2	5	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	5	4	2	5	4	3

TAB. 9.26 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 2

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região B																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6 Conforto																		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	5	5	3	4	4	4	4	3	5	5	4	4	5	4	5	3	4	4
6.2 Densidade no interior do veículo	5	5	4	4	4	4	2	5	4	4	4	2	5	4	5	4	3	4
6.3 Disponibilidade de assentos	5	5	4	4	4	4	3	5	4	4	4	3	5	4	5	3	4	4
6.4 Freqüência de acelerações anormais	3	1	3	3	3	4	3	5	4	4	3	3	1	3	3	3	2	3
6.5 Taxa média de ocupação	3	1	4	3	3	4	5	4	4	4	3	5	1	3	3	4	3	4
6.6 Conforto térmico	4	5	4	4	4	4	3	4	5	5	4	3	5	4	4	4	3	4
6.7 Ventilação nos veículos	4	5	4	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	3	5	4	4	4	4	3	3	4	5	4	3	5	4	3	3	3	4
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	4	5	3	4	4	3	2	3	3	3	4	2	5	4	4	5	4	3
6.10 Índice de direitura da rota	2	1	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	1	3	2	3	3	3
6.11 Índices de pontos com abrigo	3	5	4	4	4	3	3	5	5	3	4	3	5	4	3	5	4	3
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	5	5	3	3	3	3	2	4	4	4	3	2	5	3	5	3	3	3
6.13 Índice de conforto	5	5	4	4	4	3	2	4	5	4	4	2	5	4	5	3	3	4
7 Confiabilidade																		
7.1 Intervalo médio	5	3	3	3	4	4	2	4	4	5	4	2	3	4	5	2	2	4
7.2 Índice de pontualidade	5	5	4	4	3	3	4	5	5	5	3	4	5	3	5	3	4	4
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	5	2	4	4	5	3	3	5	4	4	5	3	2	5	5	4	2	4
7.4 Freqüência de panes	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4
8 Segurança																		
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	4	5	3	4	4	4	3	5	4	4	4	3	5	4	4	2	3	4
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	4	5	3	4	4	4	3	5	5	4	4	3	5	4	4	3	4	3
8.5 Índice de idade média da frota	2	5	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	5	4	2	2	3	4
8.6 Fator de utilização de funcionários	2	1	1	4	5	3	3	4	3	4	5	3	1	5	2	1	3	3
8.7 Índice de utilização do veículo	2	1	1	4	4	3	3	3	3	4	4	3	1	4	2	1	1	4

TAB. 9.27 Resposta dos especialistas para a região B por meio de questionário – Parte 3

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região B																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9 Impacto Ambiental																		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	4	5	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	5	4	4	3	4	3
10 Modicidade																		
10.1 Índice de desembolso com transporte	3	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	5	3	3	4	3	3
10.2 Índice de tarifa social	1	5	3	3	3	4	2	3	2	4	3	2	5	3	1	3	2	3
Grau de Experiência	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	1	2	4

9.1.24 APÊNDICE 24: COLETA DE DADOS A PARTIR DO QUESTIONÁRIO 2 APLICADO AOS ESPECIALISTAS – REGIÃO C

TAB. 9.28 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 1

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região C																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 Disponibilidade																		
1.1 Índice de Regularidade	3	5	2	4	4	4	2	4	3	3	4	2	5	4	3	2	4	3
1.2 Índice de Supressão de horários	2	5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	5	4	2	4	2	4
1.3 Fator de cumprimento da frota	1	5	2	4	4	3	3	3	3	3	4	3	5	4	1	2	3	3
2 Acessibilidade																		
2.1 Distância média de caminhada	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3
2.2 Índice de passageiros por quilômetro	3	1	1	4	3	3	2	3	4	3	3	2	1	3	3	1	1	4
3 Informação																		
3.1 Índice de passageiros por funcionários	1	5	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	5	3	1	3	2	3
4 Rapidez																		
4.1 Tempo total de viagem	3	4	4	4	3	3	5	3	3	4	3	5	4	3	3	4	3	4
4.2 Velocidade média comercial	3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	2	2	4
4.3 Velocidade média operacional	3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4
5 Tratamento																		
5.1 Índice de satisfação dos clientes	2	5	4	4	4	4	2	3	3	3	4	2	5	4	2	5	4	3
5.2 Índice de reclamações	2	5	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	5	3	2	5	4	3

TAB. 9.29 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 2

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região C																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6 Conforto																		
6.1 Área disponível por passageiros no interior do veículo	4	5	3	4	3	4	4	2	4	3	3	4	5	3	4	3	4	4
6.2 Densidade no interior do veículo	4	5	4	4	3	4	2	3	3	3	3	2	5	3	4	4	2	4
6.3 Disponibilidade de assentos	4	5	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	5	3	4	3	4	4
6.4 Freqüência de acelerações anormais	2	1	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	1	3	2	3	2	3
6.5 Taxa média de ocupação	4	1	4	3	3	4	5	3	4	3	3	5	1	3	4	4	3	4
6.6 Conforto térmico	4	5	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	5	4	4	4	3	4
6.7 Ventilação nos veículos	4	5	4	4	4	4	4	3	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4
6.8 Nível de ruído no interior do veículo	2	5	3	3	3	4	3	2	5	2	3	3	5	3	2	3	3	4
6.9 área disponível no ponto de embarque /desembarque	2	5	3	3	3	3	2	2	4	2	3	2	5	3	2	5	4	3
6.10 Índice de direitura da rota	2	1	3	3	3	3	4	2	3	2	3	4	1	3	2	3	2	3
6.11 Índices de pontos com abrigo	2	5	3	4	4	3	3	3	4	2	4	3	5	4	2	5	4	3
6.12 Facilidade de embarque / desembarque	3	5	3	3	3	3	2	3	4	2	3	2	5	3	3	3	3	3
6.13 Índice de conforto	3	5	3	4	3	3	2	3	4	3	3	2	5	3	3	3	3	4
7 Confiabilidade																		
7.1 Intervalo médio	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	3	3	2	2	4
7.2 Índice de pontualidade	3	5	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	5	3	3	3	4	4
7.3 Tempo médio de espera no ponto de parada	3	1	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	1	4	3	4	2	4
7.4 Freqüência de panes	2	3	3	3	4	4	3	2	4	4	4	3	3	4	2	3	3	4
8 Segurança																		
8.1 Freqüência de acidentes com passageiros	2	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	2	4	4	4
8.2 Freqüência de acidentes com terceiros	2	5	3	4	4	4	3	3	5	4	4	3	5	4	2	2	3	4
8.3 Índice de gravidade de acidentes com passageiros	2	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	2	4	4	4
8.4 Índice de gravidade de acidentes com terceiros	2	5	3	4	4	4	3	3	5	3	4	3	5	4	2	3	4	3
8.5 Índice de idade média da frota	1	5	2	4	4	3	3	2	3	3	4	3	5	4	1	2	3	4
8.6 Fator de utilização de funcionários	1	1	1	4	4	3	3	2	3	3	4	3	1	4	1	1	3	3
8.7 Índice de utilização do veículo	1	1	1	4	4	3	3	2	3	3	4	3	1	4	1	1	1	4

TAB. 9.30 Resposta dos especialistas para a região C por meio de questionário – Parte 3

Atributos / Indicadores	Peso de cada atributo pelos especialistas para a região C																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9 Impacto Ambiental																		
9.1 Índice de poluição ambiental provocada pelo ônibus	1	5	3	4	2	4	3	2	3	3	2	3	5	2	1	1	3	3
10 Modicidade																		
10.1 Índice de desembolso com transporte	5	5	4	4	4	3	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5
10.2 Índice de tarifa social	5	5	3	4	4	3	2	3	5	3	4	2	5	4	5	4	3	4
Grau de Experiência	3	5	3	3	5	3	3	3	3	3	3	5	3	3	5	1	2	4

9.1.25 APÊNDICE 25: CONJUNTOS FUZZY E RESPECITVAS INTEGRAIS FUZZY – ESPECIALISTAS

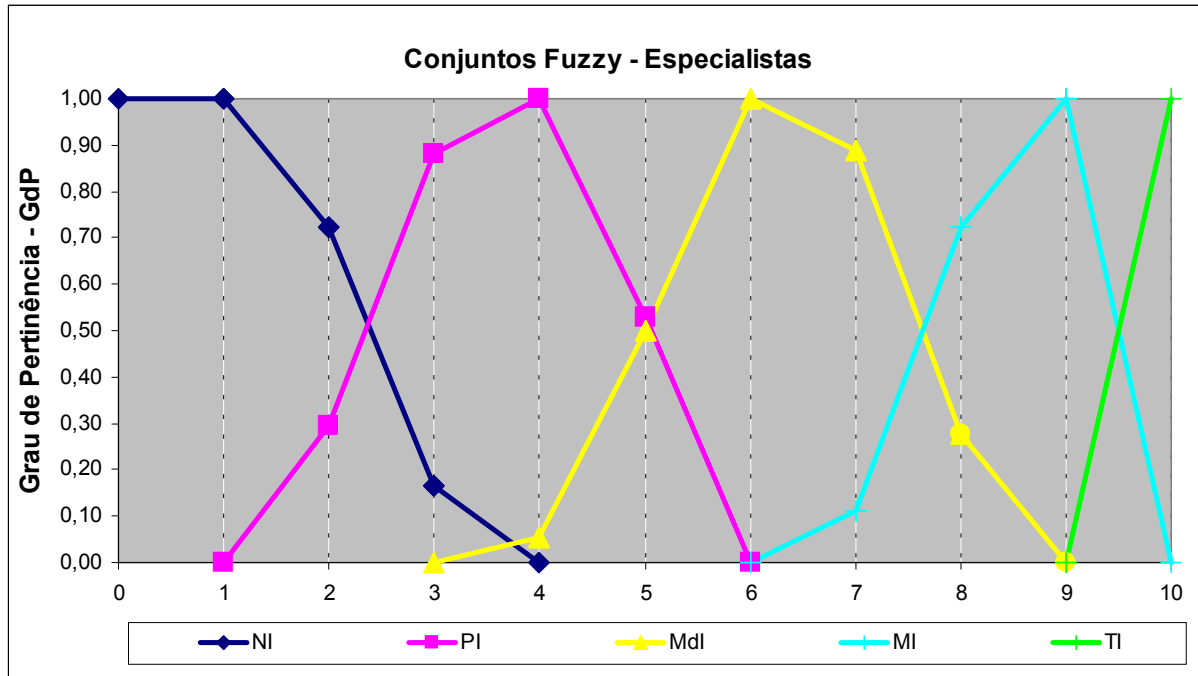


FIG. 9.4 Conjuntos fuzzy para os especialistas

Representação por meio de integrais dos conjuntos fuzzy dos especialistas:

NI

$$\int_0^1 1/x + \int_1^2 -0,2778x + 1,2778/x + \int_2^3 -0,5556x + 1,8333/x + \int_3^4 -0,1667x + 0,6667/x$$

PI

$$\int_1^2 0,2941x - 0,2941/x + \int_2^3 0,5882x - 0,8824/x + \int_3^4 0,1176x + 0,5294/x +$$

$$\int_4^5 -0,4706x + 2,8824/x + \int_5^6 -0,5294x + 3,1765/x$$

Mdl

$$\int_3^4 0,0556x - 0,1667/x + \int_4^5 0,4444x - 1,7222/x + \int_5^6 0,5x - 2/x + \int_6^7 -0,1111x + 1,6667/x +$$

$$\int_7^8 -0,6111x + 5,1667/x + \int_8^9 -0,2778x + 2,5/x$$

MI

$$\int_6^7 0,1111x - 0,6667/x + \int_7^8 0,6111x - 4,1667/x + \int_8^9 0,2778x - 1,5/x + \int_9^{10} -x + 10/x$$

TI

$$\int_9^{10} x - 9/x$$

9.1.26 APÊNDICE 26: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS – REGIÃO A

TAB. 9.31 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região A –
Parte 1

	16	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5							
5.1	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
5.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7							
7.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
7.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00

TAB. 9.32 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região A –

Parte 2

	16	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
10.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
GE	1						

TAB. 9.33 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região A –

Parte 1

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
2							
2.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
2.2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
5							
5.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6							
6.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7							
7.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

**TAB. 9.34 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região A –
Parte 2**

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.6	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
8.7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
10.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
GE	2						

**TAB. 9.35 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região A –
Parte 1**

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1																	
1.1	4	2	4	4	2	4	4	4	4	5	4	0,09	0,73	0,00	0,18	0,00	8,18
1.2	1	4	3	3	4	4	4	4	3	5	3	0,09	0,45	0,36	0,00	0,09	7,27
1.3	2	2	4	3	3	3	3	3	3	5	3	0,09	0,09	0,64	0,18	0,00	6,27
2																	
2.1	5	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	0,09	0,55	0,36	0,00	0,00	8,00
2.2	1	1	3	4	2	2	4	3	3	3	3	0,00	0,18	0,45	0,18	0,18	5,27
3																	
3.1	1	3	3	4	2	4	2	3	4	5	4	0,09	0,36	0,27	0,18	0,09	6,64
4																	
4.1	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	0,09	0,82	0,09	0,00	0,00	8,82
4.2	4	2	4	3	3	2	3	4	3	4	3	0,00	0,36	0,45	0,18	0,00	6,73
4.3	4	2	4	3	3	3	3	4	3	4	3	0,00	0,36	0,55	0,09	0,00	6,91
5																	
5.1	4	4	4	4	2	3	4	3	4	5	4	0,09	0,64	0,18	0,09	0,00	8,09
5.2	1	3	3	4	4	3	4	3	3	5	3	0,09	0,27	0,55	0,00	0,09	6,73
6																	
6.1	4	3	4	4	4	2	4	4	3	5	3	0,09	0,55	0,27	0,09	0,00	7,82
6.2	4	4	4	3	2	3	4	4	3	5	3	0,09	0,45	0,36	0,09	0,00	7,55
6.3	4	3	4	3	3	3	5	4	4	5	4	0,18	0,45	0,36	0,00	0,00	8,09
6.4	2	3	3	3	3	4	5	4	2	1	2	0,09	0,18	0,36	0,27	0,09	5,91
6.5	1	4	3	3	5	3	4	4	3	5	3	0,18	0,27	0,45	0,00	0,09	7,09
6.6	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	4	0,09	0,82	0,09	0,00	0,00	8,82
6.7	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	0,36	0,64	0,00	0,00	0,00	9,36
6.8	2	3	3	4	3	3	4	3	4	5	4	0,09	0,36	0,45	0,09	0,00	7,27
6.9	4	3	3	3	2	2	3	3	3	5	3	0,09	0,09	0,64	0,18	0,00	6,27
6.10	1	3	2	3	4	3	3	3	2	1	2	0,00	0,09	0,45	0,27	0,18	4,82
6.11	2	3	4	3	3	4	4	3	3	5	3	0,09	0,27	0,55	0,09	0,00	7,00
6.12	4	3	4	4	2	3	4	3	3	5	3	0,09	0,36	0,45	0,09	0,00	7,27
6.13	4	3	4	4	2	3	4	4	3	5	3	0,09	0,45	0,36	0,09	0,00	7,55

**TAB. 9.36 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região A –
Parte 2**

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
7																	
7.1	4	3	4	4	2	4	4	4	3	3	3	0,00	0,55	0,36	0,09	0,00	7,45
7.2	4	3	4	4	4	4	4	4	2	5	2	0,09	0,64	0,09	0,18	0,00	7,91
7.3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	1	5	0,18	0,64	0,09	0,00	0,09	8,18
7.4	2	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	0,00	0,45	0,45	0,09	0,00	7,18
8																	
8.1	2	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	0,18	0,73	0,00	0,09	0,00	8,73
8.2	2	2	4	4	3	3	5	4	4	5	4	0,18	0,45	0,18	0,18	0,00	7,73
8.3	2	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	0,45	0,45	0,00	0,09	0,00	9,00
8.4	2	3	5	4	3	3	5	3	4	5	4	0,27	0,27	0,36	0,09	0,00	7,73
8.5	1	2	3	3	3	2	4	4	3	5	3	0,09	0,18	0,45	0,18	0,09	6,09
8.6	1	1	3	3	3	2	3	3	4	1	4	0,00	0,18	0,45	0,09	0,27	5,00
8.7	1	1	3	3	3	2	3	4	3	1	3	0,00	0,09	0,55	0,09	0,27	4,73
9																	
9.1	2	3	4	4	3	2	4	3	3	5	3	0,09	0,27	0,45	0,18	0,00	6,82
10																	
10.1	4	4	4	4	4	3	4	4	3	5	3	0,09	0,64	0,27	0,00	0,00	8,27
10.2	1	3	4	4	2	2	4	3	4	5	4	0,09	0,45	0,18	0,18	0,09	6,91
GE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						

**TAB. 9.37 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região A –
Parte 1**

	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
3							
3.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4							
4.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5							
5.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

TAB. 9.38 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região A –

Parte 2

	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.5	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7							
7.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.6	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.7	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
9							
9.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
10							
10.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
GE	4						

TAB. 9.39 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 5 – Região A

	2	5	12	15	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1										
1.1	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
1.2	5	3	4	1	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
1.3	5	3	3	2	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
2										
2.1	3	4	4	5	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
2.2	3	3	2	1	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	4,25
3										
3.1	5	4	2	1	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	6,00
4										
4.1	4	4	5	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
4.2	4	3	3	4	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
4.3	4	3	3	4	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
5										
5.1	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
5.2	5	3	4	1	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
6										
6.1	5	3	4	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
6.2	5	3	2	4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.3	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
6.4	1	2	3	2	0,00	0,00	0,25	0,50	0,25	3,75
6.5	5	3	5	1	0,50	0,00	0,25	0,00	0,25	6,75
6.6	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
6.7	5	5	4	4	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	9,50
6.8	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.9	5	3	2	4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.10	1	2	4	1	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	3,75
6.11	5	3	3	2	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
6.12	5	3	2	4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.13	5	3	2	4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
7										
7.1	3	3	2	4	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	6,25
7.2	5	2	4	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
7.3	1	5	3	4	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
7.4	3	4	3	2	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	6,25
8										
8.1	5	4	4	2	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
8.2	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
8.3	5	5	4	2	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	8,25
8.4	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
8.5	5	3	3	1	0,25	0,00	0,50	0,00	0,25	5,75
8.6	1	4	3	1	0,00	0,25	0,25	0,00	0,50	4,25
8.7	1	3	3	1	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	3,50
9										
9.1	5	3	3	2	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
10										
10.1	5	3	4	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
10.2	5	4	2	1	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	6,00
GE	5	5	5	5						

9.1.27 APÊNDICE 27: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO AOS ESTRATOS DA AMOSTRA PELO GRAU DE EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS – REGIÃO B

TAB. 9.40 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região B –
Parte 1

	16	f - TI	f - MI	f - MdI	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
2							
2.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
2.2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
5							
5.1	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
5.2	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6							
6.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7							
7.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.6	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
8.7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

TAB. 9.41 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região B –

Parte 2

	16	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
10.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
GE	1						

TAB. 9.42 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região B –

Parte 1

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
3							
3.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4							
4.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5							
5.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.5	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7							
7.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

**TAB. 9.43 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região B –
Parte 2**

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.5	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9							
9.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
10							
10.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
GE	2						

**TAB. 9.44 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região B –
Parte 1**

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1																	
1.1	4	2	3	4	2	5	4	5	4	5	4	0,27	0,45	0,09	0,18	0,00	8,09
1.2	1	4	3	3	4	4	3	5	4	5	4	0,18	0,45	0,27	0,00	0,09	7,64
1.3	2	2	4	3	3	3	3	4	3	5	3	0,09	0,18	0,55	0,18	0,00	6,55
2																	
2.1	5	4	4	3	4	5	5	4	5	3	5	0,45	0,36	0,18	0,00	0,00	8,91
2.2	2	1	3	3	2	3	5	4	4	3	4	0,09	0,27	0,36	0,18	0,09	6,36
3																	
3.1	1	4	3	3	2	5	2	3	4	5	4	0,18	0,27	0,27	0,18	0,09	6,73
4																	
4.1	4	5	3	3	5	4	4	5	4	4	4	0,27	0,55	0,18	0,00	0,00	8,73
4.2	3	3	4	3	3	2	3	4	4	4	4	0,00	0,45	0,45	0,09	0,00	7,18
4.3	3	3	4	3	3	2	3	4	4	4	4	0,00	0,45	0,45	0,09	0,00	7,18
5																	
5.1	4	4	4	4	2	4	3	4	4	5	4	0,09	0,73	0,09	0,09	0,00	8,36
5.2	2	4	4	4	4	5	3	4	4	5	4	0,18	0,64	0,09	0,09	0,00	8,45
6																	
6.1	5	3	4	4	4	3	5	5	4	5	4	0,36	0,45	0,18	0,00	0,00	8,82
6.2	5	4	4	4	2	5	4	4	4	5	4	0,27	0,64	0,00	0,09	0,00	8,82
6.3	5	4	4	4	3	5	4	4	4	5	4	0,27	0,64	0,09	0,00	0,00	9,00
6.4	3	3	3	4	3	5	4	4	3	1	3	0,09	0,27	0,55	0,00	0,09	6,73
6.5	3	4	3	4	5	4	4	4	3	1	3	0,09	0,45	0,36	0,00	0,09	7,27
6.6	4	4	4	4	3	4	5	5	4	5	4	0,27	0,64	0,09	0,00	0,00	9,00
6.7	4	4	4	3	4	5	5	5	4	5	4	0,36	0,55	0,09	0,00	0,00	9,09
6.8	3	4	4	4	3	3	4	5	4	5	4	0,18	0,55	0,27	0,00	0,00	8,36
6.9	4	3	4	3	2	3	3	3	4	5	4	0,09	0,36	0,45	0,09	0,00	7,27
6.10	2	3	4	3	4	4	3	4	3	1	3	0,00	0,36	0,45	0,09	0,09	6,45
6.11	3	4	4	3	3	5	5	3	4	5	4	0,27	0,36	0,36	0,00	0,00	8,18
6.12	5	3	3	3	2	4	4	4	3	5	3	0,18	0,27	0,45	0,09	0,00	7,36
6.13	5	4	4	3	2	4	5	4	4	5	4	0,27	0,55	0,09	0,09	0,00	8,55

**TAB. 9.45 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região B –
Parte 2**

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
7																	
7.1	5	3	3	4	2	4	4	5	4	3	4	0,18	0,45	0,27	0,09	0,00	7,91
7.2	5	4	4	3	4	5	5	5	3	5	3	0,45	0,27	0,27	0,00	0,00	8,64
7.3	5	4	4	3	3	5	4	4	5	2	5	0,36	0,36	0,18	0,09	0,00	8,36
7.4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	0,00	0,55	0,45	0,00	0,00	7,64
8																	
8.1	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	0,18	0,82	0,00	0,00	0,00	9,18
8.2	4	3	4	4	3	5	4	4	4	5	4	0,18	0,64	0,18	0,00	0,00	8,64
8.3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	0,36	0,64	0,00	0,00	0,00	9,36
8.4	4	3	4	4	3	5	5	4	4	5	4	0,27	0,55	0,18	0,00	0,00	8,73
8.5	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	4	0,09	0,27	0,55	0,09	0,00	7,00
8.6	2	1	4	3	3	4	3	4	5	1	5	0,18	0,27	0,27	0,09	0,18	6,45
8.7	2	1	4	3	3	3	3	4	4	1	4	0,00	0,36	0,36	0,09	0,18	6,00
9																	
9.1	4	3	4	4	3	3	4	4	4	5	4	0,09	0,64	0,27	0,00	0,00	8,27
10																	
10.1	3	3	3	4	3	3	3	4	3	5	3	0,09	0,18	0,73	0,00	0,00	6,91
10.2	1	3	3	4	2	3	2	4	3	5	3	0,09	0,18	0,45	0,18	0,09	6,09
GE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						

**TAB. 9.46 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região B –
Parte 1**

	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5							
5.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

TAB. 9.47 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região B –

Parte 2

	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.9	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7							
7.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
GE	4						

TAB. 9.48 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 5– Região B

	2	5	12	15	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1										
1.1	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
1.2	5	4	4	1	0,25	0,50	0,00	0,00	0,25	7,25
1.3	5	3	3	2	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
2										
2.1	3	5	4	5	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	8,75
2.2	3	4	2	2	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	5,75
3										
3.1	5	4	2	1	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	6,00
4										
4.1	4	4	5	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
4.2	4	4	3	3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
4.3	4	4	3	3	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
5										
5.1	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
5.2	5	4	4	2	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
6										
6.1	5	4	4	5	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	9,50
6.2	5	4	2	5	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	8,25
6.3	5	4	3	5	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	8,75
6.4	1	3	3	3	0,00	0,00	0,75	0,00	0,25	4,75
6.5	1	3	5	3	0,25	0,00	0,50	0,00	0,25	5,75
6.6	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
6.7	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
6.8	5	4	3	3	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
6.9	5	4	2	4	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
6.10	1	3	4	2	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	5,00
6.11	5	4	3	3	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
6.12	5	3	2	5	0,50	0,00	0,25	0,25	0,00	7,50
6.13	5	4	2	5	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	8,25
7										
7.1	3	4	2	5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
7.2	5	3	4	5	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	8,75
7.3	2	5	3	5	0,50	0,00	0,25	0,25	0,00	7,50
7.4	3	4	3	3	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	6,75
8										
8.1	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
8.2	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
8.3	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
8.4	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
8.5	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
8.6	1	5	3	2	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	5,25
8.7	1	4	3	2	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	5,00
9										
9.1	5	4	3	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
10										
10.1	5	3	3	3	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	7,00
10.2	5	3	2	1	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	5,25
GE	5	5	5	5						

9.1.28 APÊNDICE 28: DEFUZIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A SEPARAÇÃO DA AMOSTRA PELA EXPERIÊNCIA EM TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS – REGIÃO C

TAB. 9.49 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região C –
Parte 1

	16	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
2							
2.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
2.2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
5							
5.1	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
5.2	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6							
6.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7							
7.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
7.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

TAB. 9.50 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 1 – Região C –

Parte 2

	16	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
8.6	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
8.7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9							
9.1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
10							
10.1	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
10.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
GE	1						

TAB. 9.51 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região C –

Parte 1

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
3							
3.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4							
4.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
4.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5							
5.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.5	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.9	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.10	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
6.11	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00

TAB. 9.52 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 2 – Região C –

Parte 2

	17	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
7							
7.1	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	2	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	4,00
7.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.5	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.7	1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
10.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
GE	2						

TAB. 9.53 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região C –

Parte 1

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1																	
1.1	3	2	4	4	2	4	3	3	4	5	4	0,09	0,45	0,27	0,18	0,00	7,36
1.2	2	4	4	3	4	4	4	3	4	5	4	0,09	0,64	0,18	0,09	0,00	8,09
1.3	1	2	4	3	3	3	3	3	4	5	4	0,09	0,27	0,45	0,09	0,09	6,55
2																	
2.1	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	0,00	0,36	0,64	0,00	0,00	7,09
2.2	3	1	4	3	2	3	4	3	3	1	3	0,00	0,18	0,55	0,09	0,18	5,45
3																	
3.1	1	3	3	3	2	2	3	2	3	5	3	0,09	0,00	0,55	0,27	0,09	5,36
4																	
4.1	3	4	4	3	5	3	3	4	3	4	3	0,09	0,36	0,55	0,00	0,00	7,45
4.2	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	0,00	0,18	0,64	0,18	0,00	6,18
4.3	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	0,00	0,18	0,64	0,18	0,00	6,18
5																	
5.1	2	4	4	4	2	3	3	3	4	5	4	0,09	0,45	0,27	0,18	0,00	7,36
5.2	2	3	4	4	4	3	3	3	3	5	3	0,09	0,27	0,55	0,09	0,00	7,00

**TAB. 9.54 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 3 – Região C –
Parte 2**

	1	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	f - TI	f - MI	f - MdI	f - PI	f - NI	D
6																	
6.1	4	3	4	4	4	2	4	3	3	5	3	0,09	0,45	0,36	0,09	0,00	7,55
6.2	4	4	4	4	2	3	3	3	3	5	3	0,09	0,36	0,45	0,09	0,00	7,27
6.3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	5	3	0,09	0,27	0,64	0,00	0,00	7,18
6.4	2	3	3	4	3	3	4	3	3	1	3	0,00	0,18	0,64	0,09	0,09	5,91
6.5	4	4	3	4	5	3	4	3	3	1	3	0,09	0,36	0,45	0,00	0,09	7,00
6.6	4	4	4	4	4	2	4	3	4	5	4	0,09	0,73	0,09	0,09	0,00	8,36
6.7	4	4	4	4	4	3	5	3	4	5	4	0,18	0,64	0,18	0,00	0,00	8,64
6.8	2	3	3	4	3	2	5	2	3	5	3	0,18	0,09	0,45	0,27	0,00	6,45
6.9	2	3	3	3	2	2	4	2	3	5	3	0,09	0,09	0,45	0,36	0,00	5,91
6.10	2	3	3	3	4	2	3	2	3	1	3	0,00	0,09	0,55	0,27	0,09	5,27
6.11	2	3	4	3	3	3	4	2	4	5	4	0,09	0,36	0,36	0,18	0,00	7,09
6.12	3	3	3	3	2	3	4	2	3	5	3	0,09	0,09	0,64	0,18	0,00	6,27
6.13	3	3	4	3	2	3	4	3	3	5	3	0,09	0,18	0,64	0,09	0,00	6,73
7																	
7.1	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	3	0,00	0,18	0,73	0,09	0,00	6,36
7.2	3	3	4	3	4	3	4	4	3	5	3	0,09	0,36	0,55	0,00	0,00	7,45
7.3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	1	4	0,00	0,27	0,64	0,00	0,09	6,36
7.4	2	3	3	4	3	2	4	4	4	3	4	0,00	0,45	0,36	0,18	0,00	7,00
8																	
8.1	2	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	0,18	0,73	0,00	0,09	0,00	8,73
8.2	2	3	4	4	3	3	5	4	4	5	4	0,18	0,45	0,27	0,09	0,00	7,91
8.3	2	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	0,27	0,64	0,00	0,09	0,00	8,82
8.4	2	3	4	4	3	3	5	3	4	5	4	0,18	0,36	0,36	0,09	0,00	7,64
8.5	1	2	4	3	3	2	3	3	4	5	4	0,09	0,27	0,36	0,18	0,09	6,36
8.6	1	1	4	3	3	2	3	3	4	1	4	0,00	0,27	0,36	0,09	0,27	5,27
8.7	1	1	4	3	3	2	3	3	4	1	4	0,00	0,27	0,36	0,09	0,27	5,27
9																	
9.1	1	3	4	4	3	2	3	3	2	5	2	0,09	0,18	0,36	0,27	0,09	5,91
10																	
10.1	5	4	4	3	5	5	5	5	4	5	4	0,55	0,36	0,09	0,00	0,00	9,27
10.2	5	3	4	3	2	3	5	3	4	5	4	0,27	0,27	0,36	0,09	0,00	7,73
GE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						

TAB. 9.55 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 4 – Região C

	18	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1							
1.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
1.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
1.3	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2							
2.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
2.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
3							
3.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
4							
4.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
4.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
5							
5.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
5.2	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6							
6.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.6	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.8	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
6.9	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.10	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.11	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.12	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
6.13	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7							
7.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
7.4	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8							
8.1	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.3	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.4	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.5	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
8.6	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
8.7	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
9							
9.1	3	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	6,00
10							
10.1	5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00
10.2	4	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	9,00
GE	4						

TAB. 9.56 Defuzificação em relação ao grau de experiência – GE 5 – Região C

	2	5	12	15	f - TI	f - MI	f - Mdl	f - PI	f - NI	D
1										
1.1	5	4	2	3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
1.2	5	4	4	2	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
1.3	5	4	3	1	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
2										
2.1	3	3	4	4	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	7,50
2.2	1	3	2	3	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	4,25
3										
3.1	5	3	2	1	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	5,25
4										
4.1	4	3	5	3	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
4.2	4	3	3	3	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	6,75
4.3	4	3	3	3	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	6,75
5										
5.1	5	4	2	2	0,25	0,25	0,00	0,50	0,00	6,75
5.2	5	3	4	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6										
6.1	5	3	4	4	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	8,50
6.2	5	3	2	4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.3	5	3	3	4	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
6.4	1	3	3	2	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	4,25
6.5	1	3	5	4	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
6.6	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
6.7	5	4	4	4	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	9,25
6.8	5	3	3	2	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
6.9	5	3	2	2	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	6,00
6.10	1	3	4	2	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	5,00
6.11	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
6.12	5	3	2	3	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
6.13	5	3	2	3	0,25	0,00	0,50	0,25	0,00	6,50
7										
7.1	3	3	2	3	0,00	0,00	0,75	0,25	0,00	5,50
7.2	5	3	4	3	0,25	0,25	0,50	0,00	0,00	7,75
7.3	1	4	3	3	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	5,50
7.4	3	4	3	2	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	6,25
8										
8.1	5	4	4	2	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
8.2	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
8.3	5	4	4	2	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	8,00
8.4	5	4	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	7,25
8.5	5	4	3	1	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	6,50
8.6	1	4	3	1	0,00	0,25	0,25	0,00	0,50	4,25
8.7	1	4	3	1	0,00	0,25	0,25	0,00	0,50	4,25
9										
9.1	5	2	3	1	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	5,25
10										
10.1	5	4	5	5	0,75	0,25	0,00	0,00	0,00	9,75
10.2	5	4	2	5	0,50	0,25	0,00	0,25	0,00	8,25
GE	5	5	5	5						

10 ANEXOS

10.1 ANEXO 1: ATRIBUTOS E RESPECTIVOS INDICADORES DA QUALIDADE PARA USO DO ÓRGÃO GESTOR DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASSAGEIROS – ÔNIBUS

Este capítulo tem como base o levantamento dos indicadores para gerenciamento da qualidade do transporte urbano de passageiros por ônibus, deve-se levar em consideração que cada indicador foi inserido dentro da estrutura proposta pela ANTP (2000), cada indicador é descrito por meio de uma ficha, onde consta a qual atributo está relacionado (item), o nome do indicador, a aplicação (por quem pode ser usado), o objetivo do indicador, a forma de cálculo, a descrição dos componentes do numerador e denominador quando necessário, observações e tabelas e / ou figuras auxiliares quando pertinente.

A aplicação de todos os indicadores aqui relatados tem como característica poderem ser utilizados por órgãos de gerência de transporte público urbano de passageiros por ônibus. A ênfase deste estudo da arte está diretamente relacionada aos indicadores da qualidade para gerenciamento do transporte público urbano de passageiros por ônibus para o órgão gestor.

Ressaltar-se que o levantamento efetuado não tem o caráter de criticar os indicadores em si e a relação com seu referido atributo, por não fazer parte do objetivo desta dissertação.

10.1.1 DISPONIBILIDADE

10.1.1.1 ÍNDICE DE REGULARIDADE

1 – ITEM: Resultados relativos à disponibilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de regularidade.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias
4 – OBJETIVO (definição): Medir a relação entre viagens realizadas e programadas no período de frequência x
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_R = \frac{\text{n}^\circ \text{ de viagens realizadas no período de frequência } x}{\text{n}^\circ \text{ total de viagens programadas no período de frequência } x} \times 100$ Resultado expresso em %
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.1.2 ÍNDICE DE SUPRESSÃO DE HORÁRIOS

1 – ITEM: Resultados relativos à disponibilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de supressão de horários.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a relação entre horários suprimidos e programados.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{sh} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de horários suprimidos}}{\text{n}^\circ \text{ de horários programados}} \times 100$ Resultado expresso em %.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 - COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 - OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.1.3 FATOR DE CUMPRIMENTO DA FROTA

1 – ITEM: Resultados relativos à disponibilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Fator de cumprimento da frota.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Aferir a rapidez do serviço prestado.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $F_F = \frac{\text{número médio de veículos em operação}}{\text{número médio de veículos programados}} \times 100$ Resultado expresso em percentual de cumprimento da programação.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Número médio de veículos em operação = média aritmética do número de veículos que efetivamente esteve em operação no período de cálculo do indicador.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Número médio de veículos programados = valor definido no contrato entre o órgão gestor e a empresa operadora. (Caso este valor tenha sofrido alteração deverá ser utilizada a média aritmética ponderada pelo tempo de vigência de cada valor).
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: ANTP (2000)

10.1.2 ACESSIBILIDADE

10.1.2.1 DISTÂNCIA MÉDIA DE CAMINHADA

1 – ITEM: Resultados relativos a acessibilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Distância média de caminhada.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Aferir a distância caminhada.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{MC} = \frac{(d_1 + d_2 + d_3 + d_4)}{4}$ Resultado expresso em m.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: d1 = distância da rota em questão à rota alternativa x; d2 = distância da rota em questão à rota alternativa y; d3 = distância entre o limite da área de influência do ponto de parada e este ponto (um lado); d4 = distância entre o limite da área de influência do ponto de parada e este ponto (outro lado).
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: Ferraz definiu os padrões para a acessibilidade para cidades de porte médio, ouvindo usuários, conforme a TAB. 10.1.

Fonte: KAWAMOTO (1984)

TAB. 10.1 Padrões para a acessibilidade

< 250 metros	Bom
Entre 250 metros e 400	Regular
> 400 metros	Ruim

Fonte: FERRAZ (1990)

10.1.2.2 ÍNDICE DE PASSAGEIROS POR QUILOMETRO – IPK

1 – ITEM: Resultados a acessibilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de passageiros por quilômetro.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Aferir a produtividade do serviço prestado.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $\text{IPK} = \frac{\text{n.º de passageiros pagantes}}{\text{n.º de quilômetros percorridos}}$ Resultado expresso em passageiros por quilômetro.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Total de passageiros pagantes.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: nº de quilômetros percorridos: quilometragem operacional comercial percorrida por toda a frota utilizada para as viagens exigidas para o atendimento da demanda. Não inclui os percursos ociosos entre garagem e os pontos iniciais de captação de passageiros.
8 – OBSERVAÇÕES

Fonte: ANTP (2000)

10.1.3 INFORMAÇÃO

10.1.3.1 ÍNDICE DE PASSAGEIROS POR FUNCIONÁRIO

1 – ITEM: Resultados relativos a informação.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de passageiros por funcionário.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): O I_{PF} é uma medida de produtividade. Relaciona um output (passageiros pagantes) com um dos insumos básicos de uma organização de transportes (seu quadro de funcionários).
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{PF} = \frac{\text{total de passageiros pagantes}}{\text{quadro de funcionários}}$ Resultado expresso em número de passageiros por funcionário.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Total de passageiros pagantes.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Quadro de funcionários.
8 – OBSERVAÇÕES: O quadro de funcionários é entendido como a somatória total dos empregados da empresa, envolvendo, neste caso, o pessoal administrativo e o operacional.

Fonte: ANTP (2000)

10.1.4 RAPIDEZ

10.1.4.1 TEMPO TOTAL DE VIAGEM

1 – ITEM: Resultados relativos a rapidez.
2 – NOME DO INDICADOR: Tempo total de viagem.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir o tempo total de viagem.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $TT = T_{cop} + TE + TO + T_{cpo} + T_{tr}$ Resultado expresso em min.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: T _{cop} = tempo médio de caminhada da origem ao ponto de parada; TE = tempo médio de espera pelo próximo ônibus; TO = tempo médio dentro do ônibus; T _{cpo} = tempo médio de caminhada do ponto ao destino; T _{tr} = tempo de transbordo.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.4.2 VELOCIDADE MÉDIA COMERCIAL

1 – ITEM: Resultados relativos a rapidez.
2 – NOME DO INDICADOR: Velocidade média comercial.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a velocidade comercial do veículo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{MC} = \frac{\text{extensão da rota}}{\text{tempo total gasto}}$ Resultado expresso em km / h.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Deve incluir o tempo parado no terminal.
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.4.3 VELOCIDADE MÉDIA OPERACIONAL

1 – ITEM: Resultados relativos a rapidez.
2 – NOME DO INDICADOR: Velocidade média operacional.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a velocidade operacional do veículo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{MC} = \frac{\text{extensão da rota}}{\text{tempo de viagem efetiva}}$ Resultado expresso em km / h.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: KAWAMOTO (1984)

10.1.5 TRATAMENTO

10.1.5.1 ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DOS PASSAGEIROS

1 – ITEM: Resultados relativos ao tratamento.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de satisfação dos passageiros.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 - OBJETIVO (definição): Aferir o grau de satisfação dos clientes.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_s = E + B$ Resultado expresso em percentual de satisfação.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: E = Percentual de incidência de Excelente; B = Percentual de incidência de Bom.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: Os percentuais acima citados são avaliados por meio de pesquisa de opinião, por amostragem, com escala de cinco pontos: excelente, bom, regular, ruim e péssimo. Erro = 5% Intervalo de confiança = 95 %.

Fonte: ANTP (2000)

10.1.5.2 ÍNDICE DE RECLAMAÇÕES

1 – ITEM: Resultados relativos ao tratamento.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de reclamações.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Aferir o grau de insatisfação dos clientes.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $IR = \frac{\text{n}^\circ \text{ de reclamações por um determinado motivo}}{\text{n}^\circ \text{ de passageiros transportados}}$ Resultado expresso em reclamações / passageiros.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Número de reclamações = número total de contatos de usuários manifestando insatisfação com os serviços no período de tempo convencionado (mês ou ano).
7 - COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Número de passageiros pagantes = total de passageiros que fizeram uso remunerado do sistema no período convencionado.
8 – OBSERVAÇÕES: a) O número de contatos corresponde ao número de telefonemas, cartas, ou contatos pessoais, conforme a característica do sistema de reclamações. b) Para que as comparações sejam válidas é necessário que a acessibilidade dos usuários, para manifestar reclamações, seja similar. c) É desejável que o índice de reclamações seja estratificado, de forma a permitir a identificação das principais causas.

Fonte: ANTP (2000)

10.1.6 CONFORTO

10.1.6.1 ÁREA DISPONÍVEL POR PASSAGEIROS NO INTERIOR DO VEÍCULO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Área disponível por passageiros no interior do veículo.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias
4 – OBJETIVO (definição): O A_{div} indica a relação entre a área útil total do veículo e o número de passageiros.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $A_{div} = \frac{\text{área útil total do veículo}}{\text{nº de passageiros no veículo}}$ Resultado expresso em m ² /pass.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Área útil total do veículo: área compreendida pelo espaço ocupado pelos assentos e corredores.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Passageiros no veículo (no pico): total de passageiros (sentados mais em pé) contados em pesquisa de carregamento.
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.6.2 DENSIDADE NO INTERIOR DO VEÍCULO – ALTERNATIVA A

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Densidade no interior do veículo – alternativa A.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): O D_{iv} indica a relação entre o número de passageiros e a área útil total do veículo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{iv} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de passageiros em pé (no pico)}}{\text{área útil do veículo para passageiros em pé}}$ Resultado expresso em pass/m ² .
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Passageiros em pé (no pico): n° de passageiros contados menos a capacidade para passageiros sentados.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Área útil do veículo para passageiros em pé: área compreendida pelo espaço ocupado pelo corredor.
8 – OBSERVAÇÕES: O número de passageiros em pé está relacionado a TAB. 10.2

Fonte: LIMA (1996)

TAB. 10.2 Capacidade de passageiros em pé por tipo de veículo

Tipo de ônibus	Capacidade
	em pé
Comum	40
Padron	37
Articular	82
Biarticulado	nd
Trólebus	75

Fontes: 1) MB 0371U (prospecto Mercedes-Benz); 2) MB0371UP (prospecto Mercedes-Benz); 3) VOLVO B58-Articulado (prospecto VOLVO); URBS; 5) Trólebus MARFESA (prospecto MARFESA); 6) Considerando o nível máximo de 7 pass/m².

10.1.6.3 DENSIDADE NO INTERIOR DO VEÍCULO – ALTERNATIVA B

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Densidade no interior do veículo – alternativa B.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): O D_{iv} indica a relação entre o número de passageiros e a área útil total do veículo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{iv} = \frac{HOP * D - 60 * A}{60 * S}$ Resultado expresso em pass/m ² .
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: HOP = intervalo operacional (<i>headway</i> operacional); A = capacidade do ônibus em nº de passageiros (TAB. 10.3); D = demanda horária de passageiros.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: S = área disponível para passageiros em pé (m ²).
8 – OBSERVAÇÕES: O limite máximo adotado para este tipo de indicador para o pico no Brasil é de 7 pass/m ² , o equivalente a 0,14 m ² /passageiro, um passageiro sentado ocupa aproximadamente uma área de 0,315 m ² , enquanto que o passageiro em pé pode ocupar apenas 0,20 m ² . Isto quer dizer que um passageiro sentado ocupa uma área aproximadamente 50% maior (FARIA, 1985).

Fonte: FARIA (1985)

TAB. 10.3 Capacidade por tipo de veículo

Tipo de ônibus	Capacidade		
	Sentado	Em pé	total
1 Comum	43	40	83
2 Padron	56	37	93
3 Articular	53	82	135
4 Biarticulado	nd	nd	250
5 Trólebus	37	75	112

Fontes: 1) MB 0371U (prospecto Mercedes-Benz); 2) MB0371UP (prospecto Mercedes-Benz); 3) VOLVO B58-Articulado (prospecto VOLVO); URBS; 5) Trólebus MARFESA (prospecto MARFESA); 6) Considerando o nível máximo de 7 pass/m².

A densidade no interior do veículo tanto para a alternativa A como para alternativa B têm como base o trabalho de John J. Fruin. As TAB. 10.4 e TAB. 10.5 apresentam padrão de Fruin para a ocupação de espaços e os níveis de serviço para usuários em pé nos veículos, respectivamente.

TAB. 10.4 Padrão de Fruin para a ocupação de espaços

Situação	Área em m ² de ocupação por passageiro
1. Área adequada para livre circulação	1,17
2. Área com circulação restrita	0,90 – 1,17
3. Área com circulação restrita que causa distúrbios à mobilidade	0,63 – 0,90
4. Circulação severamente restrita sem contato pessoal	0,27 – 0,63
5. Circulação impossível e contato pessoal inevitável	0,18 – 0,27
6. Área equivalente ao corpo humano, contato físico inevitável, desconforto físico e psicológico, disposição de pânico	0,14 – 0,18

Fonte: BOTZOW (1974) *apud* FARIA (1985)

TAB. 10.5 Níveis de serviço para usuários em pé nos veículos

Descrição	Área de serviço m ²	Nível de serviço
Área adequada para passageiro em pé e livre circulação	1,21	A
Área adequada para passageiro em pé e alguma restrição quanto a circulação	0,93 a 1,21	B
Área adequada para passageiro em pé e circulação feita perturbando outros passageiros	0,65 a 0,93	C
O passageiro pode ficar em pé sem contato com os demais, porém a circulação está seriamente restrita	0,28 a 0,65	C
Espaço adequado para passageiros é inevitável e a circulação é impossível	0,18 a 0,28	E
Área equivalente a área ocupada pelo corpo, contato próximo inevitável, desconforto físico e psicológico e ocorrência de pânico no interior do veículo	0,14 a 0,18	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.6.4 DISPONIBILIDADE DE ASSENTOS

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Disponibilidade de assentos.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Identificar a frequência em que o veículo dispõe de assentos.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_A = \frac{\text{n}^\circ \text{ de viagens com mais de } n \text{ passageiros em pé}}{\text{n}^\circ \text{ total de viagens}}$ Resultado expresso em pass em pé / viagem.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Nº de viagens com mais de n passageiros em pé: n = nº de passageiros contados em pesquisa visual menos a capacidade para cada passageiros sentados.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Nº total de viagens: do período em análise (período de pico, dia (útil ou fim de semana)), mês, etc.
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.6.5 FREQUÊNCIA DE ACELERAÇÕES ANORMAIS

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Frequência de acelerações anormais.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Identificar a taxa de acelerações fora do padrão aceitável.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_A = \frac{\text{n}^\circ \text{ de registros fora do padrão aceitável}}{\text{tempo de operação}}$ Resultado expresso em registros / h.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Nº de viagens com mais de n passageiros em pé: n = nº de passageiros contados em pesquisa visual menos a capacidade para cada passageiros sentados.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Nº total de viagens: do período em análise (período de pico, dia (útil ou fim de semana), mês, etc.
8 – OBSERVAÇÕES: 1. O equipamento já testado e em uso por alguns visitados na pesquisa de campo é o DRIVE-MASTER. 2. O limite suportável de aceleração pelo ser humano é de 0,54 m/s ² para passageiros em pé; sem segurar-se; 1,13 m/s ² para passageiros em pé, segurando-se em algum dispositivo; e de 2,94 m/s ² para passageiros sentados (FARIA, 1985). De acordo com Aguiar (1985) <i>apud</i> Reinhold (1996), uma aceleração ou desaceleração horizontal rápida produz alterações na marcha do veículo, sacrificando o conforto dos passageiros. Essa rápida variação da velocidade é mais tolerada por um passageiro sentado que por um passageiro em pé, embora este possa se acomodar ou se prevenir quando essas mudanças são persistentes.

Fonte: FARIA (1985)

A TAB. 10.6 apresenta os intervalos de intensidade de aceleração horizontal versus nível de serviços.

TAB. 10.6 Níveis de serviço em função da aceleração horizontal dos ônibus

Aceleração horizontal (m/s²)	Níveis de serviço
<0,30	A
de 0,30 a 0,61	B
de 0,61 a 0,91	C
de 0,91 a 1,07	D
de 1,07 a 1,22	E
>1,22	F

Fonte: AGUIAR (1985) *apud* REINHOLD (1996)

BOTZOW (1974), citado por AGUIAR (1985) apresenta na TAB. 10.7, as acelerações verticais que influem no serviço de transporte.

TAB. 10.7 Níveis de serviço em função da aceleração vertical dos ônibus

Aceleração vertical (m/s²)	Níveis de serviço
<0,46	A
de 0,46 a 0,91	B
de 0,91 a 0,1,37	C
de 1,37 a 1,58	D
de 1,58 a 1,83	E
>1,83	F

Fonte: AGUIAR (1985) *apud* REINHOLD (1996)

A variação da aceleração medida em m/s² pode ser obtida no campo por observadores treinados, ou por meio de dados e especificações fornecidas pelas montadoras. O efeito da variação da aceleração na direção do movimento, segundo estudo feito por Aguiar, é mais perceptível para os passageiros sentados nos bancos laterais do que os sentados em bancos transversais ao eixo do veículo.

A variação da aceleração é avaliada por meio da TAB. 10.8.

TAB. 10.8 Níveis de serviço em função da aceleração dos veículos

Variação da aceleração (m/s ²)	Níveis de serviço
<0,30	A
de 0,30 a 0,61	B
de 0,61 a 0,91	C
de 0,91 a 1,37	D
de 1,37 a 1,83	E
>1,83	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.6.6 TAXA MÉDIA DE OCUPAÇÃO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Taxa média de ocupação.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Identificar o a taxa de ocupação.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $T_{MO} = \frac{\text{passageiros transportados}}{\text{lugares oferecidos}}$ Resultado expresso em pass / lugar.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Passageiros transportados: total de passageiros (pagantes mais gratuitos) transportados por dia.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Lugares oferecidos: n° de viagens programadas vezes a capacidade total do veículo (ver TAB. 10.3).
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.6.7 CONFORTO TÉRMICO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Conforto térmico.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir o conforto térmico.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): T = Temperatura Resultado expresso em °C.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 - COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: O nível de serviço em função da temperatura segue a TAB. 10.9.

Fonte: LIMA (1996)

TAB. 10.9 Níveis de serviço em função da temperatura interna do veículo

Temperatura Baixa (° C)	Temperatura Alta (° C)	Nível de Serviço
22,2	24,4	A
20,0	25,5	B
17,8	26,7	C
14,4	28,9	D
10,0	32,2	E
<10,0	>32,2	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.6.8 VENTILAÇÃO NOS VEÍCULOS

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Ventilação dos veículos.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir o nível de serviço em função da ventilação.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $V_v = \frac{\text{quantidade de ar fornecida por minuto}}{\text{n}^\circ \text{ de passageiros no veículo, no momento}}$ Resultado expresso em [(m ³ /min)/pass].
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Passageiros transportados: total de passageiros (pagantes mais gratuitos) transportados por dia.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Lugares oferecidos: TAB. 10.3
8 – OBSERVAÇÕES: O Nível de Serviço em função da ventilação no veículo segue TAB. 10.10.

Fonte: LIMA (1996)

TAB. 10.10 Níveis de serviço em função da ventilação no veículo

Ventilação [(m ³ /min)/passageiro]	Nível de Serviço
>1,00	A
de 0,84 a 1,00	B
de 0,741 a 0,84	C
de 0,56 a ,71	D
de 0,42 a 0,56	E
< 0,42	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.6.9 NÍVEL DE RUÍDO INTERIOR DO VEÍCULO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Nível de ruído interior do veículo.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir o nível de ruído interno do veículo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $N_{RIV} = dB$ Resultado expresso em Decibel.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: O nível de serviço em função do nível de ruído no interior do veículo segue a TAB. 10.11.

Fonte: AGUIAR (1985)

TAB. 10.11 Níveis de serviço em função do nível de ruído no interior do veículo

Ruído (dB)	Nível de Serviço
<60	A
de 60 a 75	B
de 75 a 85	C
de 85 a 90	D
de 90 a 95	E
>95	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.6.10 ÁREA DISPONÍVEL NO PONTO DE EMBARQUE / DESEMBARQUE

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Área disponível no ponto de embarque/desembarque.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a área disponível no ponto para embarque e desembarque.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $ADP_{E/D} = \frac{\text{área útil total no ponto de Embarque/Desembarque (E/D)}}{\text{nº de passageiros no ponto de Embarque/Desembarque (E/D)}}$ <p>Resultado expresso em m²/pass.</p>
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: nº área útil no ponto de E/D: área de circulação do pedestre no terminal ou estação.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: nº de passageiros no ponto de E/D: passageiros contados em um dia útil no período de pico.
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.6.11 ÍNDICE DE DIREITURA DA ROTA

1 – ITEM: Resultados ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de direitura da rota.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a relação entre a extensão do percurso por ônibus e a extensão média percorrida por quem possua carro para chegar ao mesmo destino.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $\text{IDR} = \frac{\text{extensão da linha}}{\text{extensão média percorrida por carro}}$
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Extensão do percurso: do ponto de origem até o ponto de destino.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Extensão média percorrida por carro: particular.
8 – OBSERVAÇÕES: Ferraz adotou como padrão para o índice de direitura da rota para as cidades de porte médio, a partir de pesquisa com o usuário, conforme a TAB. 10.12.

Fonte: FERRAZ (1990)

TAB. 10.12 Direitura da rota

< 1,3	Bom
Entre 1,3 e 1,7	Regular
> 1,7	Ruim

Fonte: FERRAZ (1990)

10.1.6.12 ÍNDICES DE PONTOS COM ABRIGO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Índices de pontos com abrigo.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias
4 – OBJETIVO (definição): Medir o índice de pontos com abrigo.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{PA} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de pontos de parada com abrigos}}{\text{n}^\circ \text{ total de pontos de parada da linha}}$
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: Ferraz adotou como padrão a TAB. 10.13.

FERRAZ (1990)

TAB. 10.13 Índice de abrigos

> 50 %	Bom
Entre 25 % e 50 %	Regular
< 25 %	Ruim

Fonte: FERRAZ (1990)

10.1.6.13 FACILIDADE DE EMBARQUE / DESEMBARQUE

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Facilidade de embarque / desembarque.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a facilidade de embarque/desembarque.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): Altura média do chão ou meio-fio ao primeiro degrau do veículo. Resultado expresso em cm.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.6.14 ÍNDICE DE CONFORTO

1 – ITEM: Resultados relativos ao conforto.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de conforto.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a relação entre passageiros transportados e lugares sentados.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $IC = \frac{\text{n}^\circ \text{ de passageiros transportados}}{\text{n}^\circ \text{ de lugares sentados oferecidos}}$ Resultado expresso em m ² /pass.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: nº de passageiros transportados: no período de um dia.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: nº de lugares sentados oferecidos: nº de viagens vezes o nº de lugares sentados do veículo padrão da linha.
8 – OBSERVAÇÕES: Os dados relativos ao número de passageiros sentados seguem a TAB. 10.14.

Fonte: LIMA (1996)

TAB. 10.14 Tipo de ônibus x capacidade

Tipo de ônibus	Capacidade
	sentado
1 Comum	43
2 Padron	56
3 Articular	53
4 Biarticulado	nd
5 Trólebus	37

1) MB 0371U (prospecto Mercedes-Benz); 2) MB0371UP (prospecto Mercedes-Benz); 3) VOLVO B58-Articulado (prospecto VOLVO); URBS; 5) Trólebus MARFESA (prospecto MARFESA); 6) Considerando o nível máximo de 7 pass/m².

10.1.7 CONFIABILIDADE

10.1.7.1 INTERVALO MÉDIO

A TAB. 10.15 apresenta o nível de serviço em relação ao intervalo médio (no pico) ou o tempo decorrido entre passagens sucessivas de ônibus, na linha, por sentido.

TAB. 10.15 Níveis de serviço em função do índice de cumprimento da frequência de serviço

Frequência de Serviço					Nível de Serviço
Intervalo entre passagens	até 8 min	de 9 a 12 min	de 13 a 20 min	mais de 21 min	
Frequência de passagens	de 85 a 100	de 90 a 100	de 95 a 100	de 98 a 100	A
	de 75 a 84	de 80 a 89	de 90 a 94	de 95 a 97	B
	de 66 a 74	de 70 a 79	de 80 a 89	de 90 a 94	C
	de 55 a 65	de 60 a 69	de 65 a 79	de 75 a 89	D
	de 50 a 54	de 50 a 59	de 50 a 64	de 50 a 74	E
	<50	<50	<50	<50	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.7.2 ÍNDICE DE PONTUALIDADE

1 – ITEM: Resultados relativos à confiabilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de pontualidade.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a pontualidade.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_R = \frac{\text{nº de veículos chegando num ponto + 3 ou - 1 minuto}}{\text{nº total de veículos programados num ponto em determinado horário}} \times 100$ <p>Resultado expresso em %.</p>
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: Ferraz adotou o padrão de qualidade para índice de pontualidade conforme a TAB. 10.16.

Fonte: FERRAZ (1990)

TAB. 10.16 Índice de confiabilidade com base na pontualidade

>98%	Bom
Entre 95% e 98%	Regular
<95%	Ruim

Fonte: FERRAZ (1990)

10.1.7.3 TEMPO MÉDIO DE ESPERA NO PONTO DE PARADA

1 – ITEM: Resultados relativos à confiabilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Tempo médio de espera no ponto de parada.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Verificar quanto tempo os clientes permanecem nos locais de parada.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $F_P = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$ Resultado expresso em min/pess.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: t_i = Quantidade de tempo variando de 1...n.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: p_i = Quantidade de pessoas variando de 1...n.
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

BOTZOW (1974), citado por AGUIAR (1985) apresenta na TAB. 10.17 valores relacionados aos níveis de serviço em função dos tempos de espera dos passageiros nos pontos de embarque e desembarque que influem no serviço de transporte.

TAB. 10.17 Níveis de serviço em função do tempo de espera do usuário nos pontos de embarque e desembarque

Espera (minutos)	Nível de Serviço
0	A
de 0 a 1	B
de 1 a 2	C
de 2 a 4	D
de 4 a 8	E
> 8	F

Fonte: AGUIAR (1985)

10.1.7.4 FREQUÊNCIA DE PANES

1 – ITEM: Resultados relativos à confiabilidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Frequência de panes.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias
4 – OBJETIVO (definição): Aferir a quantidade de falhas ocasionadas nos veículos.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $FP = \frac{\text{veículos quebrados no período de operação}}{\text{nº de viagens no período de operação}}$ Resultado expresso em veículos / viagens.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.8 SEGURANÇA

10.1.8.1 FREQUÊNCIA DE ACIDENTES COM PASSAGEIROS

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Frequência de acidentes com passageiros.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 - OBJETIVO (definição): Contribuir a verificação da segurança com os passageiros.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $F_{ap} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de passageiros acidentados}}{\text{passageiros transportados}}$ Resultado expresso em acidentes / pass.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.8.2 FREQUÊNCIA DE ACIDENTES COM TERCEIROS

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Frequência de acidentes com terceiros.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Contribuir a verificação da segurança com terceiros.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $F_{AT} = \frac{\text{nº total de acidentes ocorridos com terceiros}}{\text{total de viagens realizadas}}$ Resultado expresso em acidentes / viagem.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.8.3 ÍNDICE DE GRAVIDADE DE ACIDENTES COM PASSAGEIROS

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de gravidade de acidentes com passageiros.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 - OBJETIVO (definição): Indica a porcentagem de acidentes com passageiros do tipo x.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{GAP} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de acidentes do tipo x ocorridos com passageiros}}{\text{n}^\circ \text{ total de acidentes ocorridos}} \times 100$ Resultado expresso em % do tipo x.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.8.4 ÍNDICE DE GRAVIDADE DE ACIDENTES COM TERCEIROS

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de gravidade de acidentes com terceiros.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Indica a porcentagem de acidentes com terceiros do tipo x.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{GAT} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de acidentes tipo x ocorridos com terceiros}}{\text{n}^\circ \text{ total de acidentes ocorridos com terceiros}} \times 100$ Resultado expresso em % do tipo x.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)

10.1.8.5 ÍNDICE DE IDADE MÉDIA DA FROTA

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de idade média da frota.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Contribuir para a aferição do conforto e da confiabilidade.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{IM} = \frac{\sum \text{das idades dos veículos}}{\text{n.º de veículos da frota}}$ Resultado expresso em anos/veículos.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Idade dos veículos = número de meses decorridos desde a data de fabricação/12.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: ANTP (2000)

10.1.8.6 FATOR DE UTILIZAÇÃO DE FUNCIONÁRIOS

1 – ITEM: Resultados relativos à segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Fator de utilização de funcionários.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): O F_U indica a relação entre a quantidade de funcionários alocados diretamente na operação do serviço prestado e a frota operacional da linha ou empresa. Esta relação indica a quantidade média de cada categoria de funcionários pela frota operacional.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $F_U = \frac{\text{total de funcionários por categoria}}{\text{frota operacional}}$ Resultado expresso em número de funcionários por veículo.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Total de funcionários por categoria (motorista, cobrador, fiscal).
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Frota operacional média (no mês ou ano).
8 – OBSERVAÇÕES: O quadro de funcionários neste caso está subdividido em categorias: motoristas, cobradores e fiscais. Gera outros indicadores, sendo um por categoria.

Fonte: ANTP (2000)

10.1.8.7 ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO

1 – ITEM: Resultados relativos a segurança.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de utilização do veículo.
3 – APLICAÇÃO Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): O I_{UV} indica a relação entre o número de passageiros transportados em uma linha, empresa ou subsistema e a frota operacional necessária para a execução desses serviços.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{UV} = \frac{\text{Total de passageiros pagantes}}{\text{Frota operacional}}$ Resultado expresso em passageiros pagantes por veículo.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Total de passageiros transportados no mês ou ano.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Frota operacional média (no mês ou ano).
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: ANTP (2000)

10.1.9 IMPACTO AMBIENTAL

10.1.9.1 ÍNDICE DE POLUIÇÃO AMBIENTAL PROVOCADO PELO ÔNIBUS

1 – ITEM: Resultados relativos ao impacto ambiental.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de poluição ambiental provocado pelo ônibus.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a porcentagem de veículo que encontram-se em situação irregular.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $I_{PA} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de ônibus em situação irregular}}{\text{n}^\circ \text{ de ônibus da frota}} \times 100$ Resultado expresso em %.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR:
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR:
8 – OBSERVAÇÕES: Para tanto utiliza-se a <i>Escala Ringelman</i> que consiste em uma comparação visual da totalidade da fumaça emitida, com as tonalidade padrão impressas em um cartão, que variam desde o cinza-claro até o preto, em numeração de 1 a 5. A medição deve ser feita por ônibus, classificando a sua emissão de acordo com a escala Ringelman.

Fonte: LIMA (1996)

10.1.10 MODICIDADE

10.1.10.1 ÍNDICE DE DESEMBOLSO COM TRANSPORTE

1 – ITEM: Resultados relativos à modicidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de desembolso com transporte
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 - OBJETIVO (definição): Medir o quanto é gasto com transporte.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{MC} = \frac{\text{desembolso mensal}}{\text{salário médio}} \times 100$ Resultado expresso em %
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Desembolso mensal: tarifa da linha vezes o número médio de viagem por passageiro.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Salário Médio: Média da Renda do Usuário da linha.
8 – OBSERVAÇÕES: O padrão adotado no Brasil é de no máximo 6%.

Fonte: LIMA (1996)

10.1.10.2 ÍNDICE DE TARIFA SOCIAL

1 – ITEM: Resultados relativos à modicidade.
2 – NOME DO INDICADOR: Índice de tarifa social.
3 – APLICAÇÃO: Órgãos de gerência, operadoras rodoviárias, operadoras metro-ferroviárias.
4 – OBJETIVO (definição): Medir a relação entre passageiros que recebem descontos e passageiros pagantes que passam pela catraca.
5 – FORMA DE CÁLCULO (fórmula): $D_{MC} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de passageiros com tarifa social}}{\text{n}^\circ \text{ de passageiros pagantes}}$ Resultado expresso em %.
6 – COMPONENTE(S) DO NUMERADOR: Passageiros com tarifa social: passageiros que gozam de tarifa especial, excluindo-se os descontos e gratuidades.
7 – COMPONENTE(S) DO DENOMINADOR: Passageiros pagantes: o n° de passageiros transportados no período (dia, mês, ano) de operação programada, que pagaram tarifa – plena ou com desconto – e tiveram sua passagem registrada na catraca do veículo (WAISMANN, 1993, <i>apud</i> LIMA, 1996).
8 – OBSERVAÇÕES:

Fonte: LIMA (1996)