

Resumo

A dissertação reúne técnicas de avaliação de desempenho e de simulação para analisar os índices de eficiência operacional criados a partir do levantamento sobre as práticas de Gestão utilizadas na operação dos Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Com o objetivo de auxiliar na Avaliação de Desempenho da Gestão dos Terminais Rodoviários de Passageiros é proposto um Modelo de Simulação para os eventos de interesse que ocorrem dentro dessas instalações. O propósito do simulador é gerar dados sobre a movimentação diária de usuários dentro do terminal e a utilização das facilidades oferecidas. Após essa geração, os dados serão utilizados no cálculo dos índices de Desempenho, especificamente criados para avaliar o terminal, resultando no IDGT - Índice de Desempenho Global do Terminal que permitirá o estabelecimento de uma classificação para os terminais. A validade dos índices será testada verificando a necessidade de fazer calibrações nos critérios adotados na sua modelagem. Por fim, os dados gerados pelo simulador e os índices, permanecerão armazenados em Banco de Dados para posterior validação. O processo de validação apresentará medidas quantitativas de consistência, entre os resultados apresentados pelo modelo de simulação e as medições do mundo real, comparando os parâmetros estimados com as medições de campo.

Abstract

The dissertation utilizes performance evaluation and simulation techniques to analyze operational measures efficiency indexes created from many surveys carried out about the current management practices used in the passengers road terminals that offer intercity trips. First, in order to assist the performance evaluation of the passengers' road terminals management it is proposed a Simulation Model for some events that occurs inside of such facilities. The objective of the simulator is to produce user's daily movement data occurred inside of the terminal and the respective utilization data of its installations. Second, after this production, the data will be applied in the performance indexes calculation, specially created for the terminal evaluation, and it will give as a result the IGDT – Terminal Performance Global Index that will allow the establishment of a terminals classification rank. The index validate will be tested verifying the necessity to make calibrations in the criteria used in its modelling. Finally, the generated data by the simulator and the calculated indexes will stay stored into the data base for further validation. The validation process will be engaged to introduce quantitative measurements consistency between the results of the simulation model and the real world measures comparing the estimated parameters with the field measures.

SIMTERP - SIMULADOR PARA TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS
INTERMUNICIPAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE
TERMINAIS RODOVIÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

José Augusto Dunham

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
TRANSPORTE

Aprovada por:

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing.

Prof. Márcio Peixoto do S. Santos Ph. D.

Prof. Altair dos Santos Ferreira Filho D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ -BRASIL

MARÇO DE 2008

DUNHAM, JOSÉ AUGUSTO

SIMTERP - Simulador para Terminais Rodoviários de Passageiros Intermunicipais: Contribuição para a Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro [Rio de Janeiro] 2008.

X, 167p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Transporte, 2008)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Avaliação de Desempenho
2. Terminais Rodoviários de Passageiros
3. Simulação

I. COPPE/UFRJ. II. Título (série)

Ao meu filho
Nicholas, cuja
existência e
amor tem me
incentivado a
continuar,
mesmo nos mais
difíceis desafios.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as inúmeras bênçãos que Ele tem me concedido.

À minha família, meu filho Nicholas, minha mãe e meus irmãos, pela paciência e pelo apoio irrestrito.

Ao professor Nassi, minha gratidão especial, pela brilhante liderança e pelas idéias muito valiosas, dando-me um crédito de confiança, raridade hoje em dia.

Ao professor Rômulo, minha gratidão, por suas preciosas sugestões e correções e por sua atenção dedicada a mim.

Aos professores do PET Milena, Marilita, Paulo Cezar, Hostílio, Amaranto, Raul, Licínio, Ronaldo, Márcio e D'Agosto pelas lições e exemplo de profissionalismo.

Ao Programa de Engenharia de Transportes da COPPE-UFRJ, através do seu coordenador, à época o professor Paulo Cezar, pela imensa oportunidade.

A todos os meus amigos e colegas do programa, que caminharam comigo, em mais uma jornada acadêmica.

Aos funcionários do PET-COPPE-UFRJ, pela enorme paciência para atender e esclarecer, sempre quando foi necessário.

Minha grande gratidão àqueles, que de boa fé, acreditaram e me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada a COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

SIMTERP - SIMULADOR PARA TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS INTERMUNICIPAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE TERMINAIS RODOVIÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

José Augusto Dunham
Março/2008

Orientador: Carlos David Nassi

Programa: Engenharia de Transportes

A presente dissertação reúne técnicas de avaliação de desempenho e de simulação para analisar os índices de eficiência operacional criados a partir do levantamento sobre as práticas de Gestão utilizadas na operação dos Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Com o objetivo de auxiliar na Avaliação de Desempenho da Gestão dos Terminais Rodoviários de Passageiros é proposto um Modelo de Simulação para os eventos de interesse que ocorrem dentro dessas instalações. O propósito do simulador é gerar dados sobre a movimentação diária de usuários dentro do terminal e a utilização das facilidades oferecidas. Após essa geração, os dados serão utilizados no cálculo dos índices de Desempenho, especificamente criados para avaliar o terminal, resultando no IDGT - Índice de Desempenho Global do Terminal que permitirá o estabelecimento de uma classificação para os terminais. A validade dos índices será testada verificando a necessidade de fazer calibrações nos critérios adotados na sua modelagem. Por fim, os dados gerados pelo simulador e os índices, permanecerão armazenados em Banco de Dados para posterior validação. O processo de validação apresentará medidas quantitativas de consistência, entre os resultados apresentados pelo modelo de simulação e as medições do mundo real, comparando os parâmetros estimados com as medições de campo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

SIMTERP – PASSENGERS INTERCITY ROAD TERMINALS SIMULATOR: A CONTRIBUTION FOR THE PERFORMANCE EVALUATION OF THE RIO DE JANEIRO PASSENGERS ROAD TERMINALS.

José Augusto Dunham

March/2008

Advisor: Carlos David Nassi

Department: Transport Engineering

The present dissertation utilizes performance evaluation and simulation techniques to analyze operational measures efficiency indexes created from many surveys carried out about the current management practices used in the passengers road terminals that offer intercity trips. First, in order to assist the performance evaluation of the passengers' road terminals management it is proposed a Simulation Model for some events that occurs inside of such facilities. The objective of the simulator is to produce user's daily movement data occurred inside of the terminal and the respective utilization data of its installations. Second, after this production, the data will be applied in the performance indexes calculation, specially created for the terminal evaluation, and it will give as a result the IGDT – Terminal Performance Global Index that will allow the establishment of a terminals classification rank. The index validate will be tested verifying the necessity to make calibrations in the criteria used in its modelling. Finally, the generated data by the simulator and the calculated indexes will stay stored into the data base for further validation. The validation process will be engaged to introduce quantitative measurements consistency between the results of the simulation model and the real world measures comparing the estimated parameters with the field measures.

ÍNDICE

1.0 Apresentação	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Relevância do Tema	3
1.3 Objetivo	4
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2.0 Terminais Rodoviários de Passageiros	6
2.1 Considerações Iniciais	6
2.2 Caracterização dos Terminais	9
2.2.1 Atores envolvidos	11
2.2.2 Funcionalidades e padrões mínimos para operação do Terminal	12
2.2.3 Utilização das dependências e facilidades do Terminal	17
2.2.4 Utilização das portas de acesso de entradas e saídas do Terminal	19
2.2.5 Dimensionamento e Implantação	21
2.2.6 Capacidade dos Terminais e o uso do solo	22
2.2.7 Caracterização dos Terminais no Estado do Rio de Janeiro	24
2.3 Considerações finais	31
3.0 Avaliação de Desempenho	33
3.1 Considerações Iniciais	33
3.2 Os objetivos da Avaliação de Desempenho	33
3.3 As Técnicas de Avaliação de Desempenho	40
3.4 Técnicas mais utilizadas na avaliação de desempenho	41
3.4.1 DELPHI	41
3.4.2 TFP - Total Function Productivity Analysis	43
3.4.3 DEA	43
3.4.4 MAH – Método de Análise Hierárquica	48
3.4.5 BSC – <i>Balanced ScoreCard</i>	50
3.4.6 KPI - Indicadores-Chave de Desempenho	51
4.0 Simulação	54
4.1 Considerações Iniciais	54
4.2 Tipologia dos Modelos de Simulação	56
4.3 Levantamento e codificação de dados	60
4.4 Calibração e validação de modelos	60
4.5 Análises de sensibilidade	61
4.6 Considerações finais	62
5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade	64
5.1 Considerações Iniciais	64
5.2 Metodologia empregada	65
5.2.1 Abordagem do problema	65
5.2.2 Pesquisa de Dados	66
5.2.3 Critérios para escolha de Indicadores de Desempenho	67
5.3 Definição dos Indicadores e Índices de Desempenho	70
5.3.1 Infra-Estrutura (IE)	70
5.3.2 Gerência do Terminal (GT)	72

5.3.3 Despesas e Receitas (DR).....	78
5.3.4 Gerência de Viagens (GV)	80
5.3.5 Geração de Viagens (GG).....	83
5.3.6 Índice Geral de Desempenho do Terminal (IGDT).....	85
5.4 Considerações Finais	89
6.0 O Modelo de Simulação SIMTERP	91
6.1 Validade e aplicabilidade de modelos	91
6.2 Objetivo do Simulador	95
6.3 Características do Modelo	95
6.4 Estrutura do Modelo	97
6.5 Assunções do Modelo.....	100
6.5.1 Tratamento das filas nas Dependências do Terminal	102
6.5.2 Características do Software SIMTERP	106
6.6 Funcionamento	108
6.6.1 Telas do Simulador	109
6.6.2 Informações Geradas	117
6.7 Limitações e Extensões do Modelo de Simulação	120
7.0 Estudo de Caso	122
7.1 Considerações iniciais	122
7.2 Simulação de dois Terminais no Estado do rio de Janeiro	122
7.2.1 Definição dos Terminais.....	122
7.2.2 Execução e Resultados da Simulação.....	123
7.2.3 Análise dos Resultados.....	123
7.3 Considerações finais	123
8. Conclusões e Recomendações	125
8.1 Conclusões.....	125
8.2 Recomendações	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXO 1. Fluxograma da Simulação	135
ANEXO 2. Algoritmo da Simulação (Teste com valores constantes)	136
ANEXO 3. Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro	138
ANEXO 4. Quadro Resumo dos Índices.....	141
ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes.....	144
ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes (cont.).....	145
ANEXO 6. Indicadores para comparação da performance sócio econômica.....	146
ANEXO 7. Tabela de Dados geográficos e as linhas intermunicipais.....	148
ANEXO 8. Levantamento das Dependências dos Terminais.....	149
ANEXO 9. Demanda de Transporte do Estado do Rio de Janeiro - 1998-2004	151
ANEXO 10. Levantamento sobre Terminais Rodoviários.....	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos Terminais segundo o critério de Partidas Diárias	8
Tabela 2. Níveis de Serviço para os Pedestres nos Caminhos e Áreas de Trânsito	16
Tabela 3. Níveis de Serviço para as Áreas de Fila	18
Tabela 4. Média observada da Capacidade e velocidade para as portas de Entrada / Saída	20
Tabela 5 - Número de terminais segundo área total e área construída em 1999 (FONTE: NTU).....	23
Tabela 6. Amostra de 11 anos de viagens realizadas nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e SOCICAM.....	25
Tabela 7. Movimentação de viagens e passageiros nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e iniciativa privada.....	27
Tabela 7a. Dados das viagens geradas Estado do Rio de Janeiro - 2002 / 2003	27
Tabela 8. Dados do sistema intermunicipal de transporte por ônibus, por tipo de serviço - Estado do Rio de Janeiro – 2001 /2003.....	27
Tabela 9. Passageiros transportados por mês por ônibus em 2004	28
Tabela 10. Movimento anual, média diária de ônibus e passageiros e média de passageiros por ônibus na Rodoviária Novo Rio - 1994 - 2004.....	29
Tabela 11. Movimentação mensal de passageiros e ônibus no terminal rodoviário Novo Rio (principal terminal no município do Rio de Janeiro) - 2003.....	31
Tabela 12. Quadro comparativo de bilheteria.....	73
Tabela 13. Quadro da relação de passageiros por berço e horários.....	74
Tabela 14. Exemplo de Desembarques por berço e horários	77
Tabela 15. Exemplo Relação de assentos vendidos por horário em uma linha.....	82
Tabela 16. Matriz com fatores de ponderação das Categorias	88
Tabela 17. Avaliação de Desempenho α de k Terminais T e n Índices por Categoria... ..	89
Tabela 18. Simulação de e_{il} = “pedestres entrando no terminal” e taxa λ_k em 41 minutos	99
Tabela 19 - Definição dos parâmetros para as dependências e eventos relacionados..	100
Tabela 20 - Definição das variáveis aleatórias e os eventos relacionados	101
Tabela 21 - Definição dos demais parâmetros do cenário de simulação.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos principais de um Terminal	9
Figura 2. Diversos tipos de linhas de acordo com o traçado (fonte:FETRANSPOR)....	10
Figura 3. Conformação física de um Terminal típico (FONTE: NTU, 2004).....	24
Figura 4. Modelo Causal de Desempenho (LEBAS, 1995)	38
Figura 5. Gráfico dos Terminais segundo horário/passageiros e ônibus.....	46
Figura 6. Hierarquia da Decisão (Adaptado de The Analytic Hierarchy Process and Expert Choice - Capítulo 4).....	49
Figura 7. Estrutura do IDGT – Índice de Desempenho Global do Terminal (adaptação do Autor)	86
Figura 8. Relação entre o custo de desenvolvimento e o valor de um modelo para o utilizador (adaptado de SARGENT, 2000)	92
Figura 9. Processo genérico de desenvolvimento e validação de um modelo (SARGENT, 2000).....	93
Figura 10. Modelo de Simulação SIMTERP.....	97

Figura 11. Entrada de pedestres com taxa λ em uma corrida	99
Figura 12. (a) Sistema de fila única (modelo M/Mm) e (b) Sistema de filas paralelas e independentes (modelo M/M/1)	103
Figura 13. Gráfico de dispersão.....	108
Figura 14. Representação do conceito de cenário.....	109
Figura 15. Tela inicial de Definição de um Cenário de Simulação	110
Figura 16. Janelas de Definição de Cenário:Empresas, Linhas e Horários.....	110
Figura 16.1. Janelas de Definição de Cenário: Parâmetros e Fatores.....	111
Figura 16.2. Janelas de Definição de Cenário: Passageiros e Visitantes.....	112
Figura 16.3. Janelas de Definição de Cenário: Instalações e Acomodações.....	112
Figura 16.3.1. Janelas de Definição dos Dados sobre Guichês	113
Figura 16.4. Janelas de Definição de Cenário: Calibragem pós-simulação	113
Figura 17. Janelas de Definição de Operadores e Linhas.....	114
Figura 18. Janelas de Definição das Linhas e Horários.....	115
Figura 19. Janela da cinemática da simulação.....	116
Figura 19.1 Janela da cinemática da simulação.....	116
Figura 20. Janela de informações da finalização da simulação	117
Figura 21. Relatório da simulação por tempo.....	117
Figura 21.1. Relatório da simulação por tempo.....	118
Figura 22. Relatório da simulação por evento.....	118
Figura 22.1. Relatório da simulação por evento.....	119
Figura 23. Tela de Apresentação dos Índices calculados	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de passageiros transportados – Total anual.....	25
Gráfico 2 . Gráfico de embarques de passageiros – Média anual.....	30
Gráfico 3 . Gráfico de desembarques de passageiros – Média anual	30
Gráfico 4. Distribuição de desembarques por horário.....	78
Grafico 5. Simulação da entrada de pedestres com taxa λk e corrida de 41 minutos..	100

LISTA DE SIGLAS

AGETRANSP - Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro

ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ASEP/RJ - Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do ERJ

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

CIDE – Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro

CODERTE - Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do ERJ

COMTEC - Companhia de Administração de Terminais e Centros Comerciais

COPPE – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

DETRORJ – Departamento de Transportes Rodoviários do ERJ
DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
EMTU/SP - Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo
ERJ – Estado do Rio de Janeiro
HCM - Highway Capacity Manual
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGDT – Índice Geral de Desempenho do Terminal
IQT - Índice de Qualidade do Transporte
ITRANS – Instituto de Desenvolvimento e Informação e Transporte
O/D – Origem e Destino
FETRANSPOR – Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro
NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
PDTU – Plano Diretor de Transporte Urbano
PGV – Pólo gerador de Viagens
PGT – Pólo Gerador de Tráfego
RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SIMTERP – Simulador de Terminais Rodoviários de Passageiros
SOCICAM – Terminais Rodoviários e Representações LTDA
TRB - Transportation Research Board
TCQSM - Transit Capacity and Quality of Service Manual
UITP - International Union of Public Transport

1.0 Apresentação

1.1 Considerações iniciais

A formulação da presente dissertação de mestrado teve como estímulo a constatação, revelada no decorrer das pesquisas realizadas sobre Terminais Rodoviários de Passageiros e amparada pelas evidências da realidade brasileira, exemplo encontrado em (Romeu, 2006), que:

- . Poucas pesquisas de cunho científico são realizadas sobre Terminais Rodoviários de Passageiros, ficando a atenção voltada para os modos de transporte ferroviário e aeroviário;
- . Em muitas instalações o serviço oferecido é incipiente ou mesmo degradado apresentando descaso com a satisfação das necessidades do consumidor;
- . Falta iniciativa governamental de uma política nacional para o transporte rodoviário público de passageiros considerando a importância da inserção dos Terminais de passageiros municipais como elemento de integração regional;
- . O aumento da violência e da insegurança viária gera impactos na oferta de viagens e nos investimentos;
- . O sistema de transportes Intermunicipal não oferece oportunidades de deslocamento regular, penalizando o turismo doméstico, e inviabiliza os terminais como alternativa econômica;
- . Os dados de O/D referentes à mobilidade regional da população, não contemplam os Terminais Rodoviários de passageiros;
- . As Políticas de transporte, baseadas na ampliação do sistema viário, privilegia automóveis particulares em detrimento da totalidade da população;
- . Falta uma sistematização dos critérios de avaliação de desempenho da Gestão dos Terminais;
- . Apesar do que ocorre em outros modais, existe a necessidade de abordagens que contemplem estudos voltados à eficiência, produtividade e qualidade dos Terminais;
- . As concessões não contemplam medidas objetivas de avaliação do nível de serviço prestado inviabilizando o aprimoramento do sistema.

Assim, para este trabalho, foi decisivo compreender os mecanismos de funcionamento do sistema de transportes rodoviários intermunicipais de passageiros por ônibus realizando pesquisa sobre a Gestão dos terminais rodoviários de passageiros, a partir da análise das práticas atuais de administração dos Terminais.

Em síntese, quais são as medidas de efetividade que permitem avaliar o desempenho dos Terminais Rodoviários de Passageiros de forma a proporcionar um nível de serviço de qualidade para o usuário? É o que esta dissertação pretende investigar formulando um modelo de simulação, bem como criando índices de medição, para a avaliação de desempenho operacional dos Terminais.

A definição científica aceita para Modelos é que consistem de uma aproximação, representação ou idealização de aspectos selecionados da estrutura, comportamento, ou outras características de um processo ou sistema do mundo real (VOGT, 2007). Modelos podem ter outros modelos como componentes.

À medida que cresce o número de entidades e o detalhamento da análise de um processo ou sistema, a sua descrição e compreensão, através de métodos analíticos, se torna mais complexa. O método científico necessita corroborar, por experimentação, o modelo de explicação do fenômeno sob estudo, utilizando dados extraídos da realidade. Entretanto, existem situações em que são escassos os recursos para extrair os dados e, mesmo estes existindo, podem faltar ferramentas para analisar os dados que explicariam ou elucidariam o fenômeno. A criação de modelos e o uso das técnicas de simulação se fazem mais apropriadas justamente nesses casos. A modelagem procura estabelecer um recorte da realidade, constituindo objetos mais simples, normalmente utilizando ferramentas da matemática e da lógica, de forma a poder organizar, controlar, e até mesmo prever as direções que o fenômeno sob estudo tomará no tempo (VOGT, 2007).

Assim, a modelagem de um Terminal Rodoviário de Passageiros deve contemplar as funções mínimas necessárias que atendem aos usuários do sistema público de transportes. Por ser um empreendimento que se caracteriza como Pólo Gerador de Viagens e de Tráfego (respectivamente PGV e PGT), um terminal rodoviário interfere no tráfego veicular no entorno alterando a mobilidade e a acessibilidade das pessoas (PORTUGAL, 2003). A diferença essencial entre um Terminal e os outros tipos de

pólos - tais como *shopping centers*, praças ou cinemas – está na natureza do empreendimento. Um terminal existe para administrar a geração e a distribuição de viagens enquanto que nos outros tipos as viagens são decorrências das atividades econômicas e do uso do solo (KNEIB, 2004). Em ambos, o tráfego gerado possui características sistêmicas equivalentes e recebe o mesmo tratamento metodológico. A avaliação quantitativa da capacidade operacional do terminal permite conhecer o desempenho da sua gestão e dessa forma, a eficiência, a eficácia e a efetividade da prestação do serviço (CORREIA, 2005) (CYBIS *at al.*, 2004).

1.2 Relevância do Tema

A importância deste trabalho está na abordagem do problema, que contextualiza a Gestão do Terminal Rodoviário de Passageiros correlacionando vários elementos operacionais criando índices próprios de desempenho, e implementa um modelo de simulação como uma ferramenta de auxílio à análise para essas medidas de desempenho. Isso permite ampliar as pesquisas acerca das relações de causa e efeito existentes entre a demanda e a oferta de viagens intermunicipais, as práticas de gestão operacional, o dimensionamento da capacidade dos terminais rodoviários e as alternativas de tomada de decisão quanto ao nível de serviço oferecido.

A inovação da dissertação consiste na elaboração e sistematização das medidas de desempenho operacional e na implementação de um simulador para testar hipóteses, antes só possível realizando dispendiosas pesquisas de campo.

Portanto, a dissertação sobre a avaliação de desempenho de Terminais Rodoviários Intermunicipais de Passageiros e a simulação de vários cenários relacionados possibilita a tomada de decisão mais próxima da realidade. Fornece mais um recurso para a comunidade técnica do setor enfrentar os desafios do planejamento do sistema de transporte contribuindo para a melhoria do nível de serviço ofertado.

O simulador SIMTERP é um modelo de simulação para ser utilizado como gerador de dados para o Modelo de Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários de Passageiros que oferecem viagens intermunicipais. O escopo do Modelo de Avaliação de Desempenho envolve a avaliação do esforço de Capital, Material, Pessoal e da

tecnologia operacional empregada pela Gestão do Terminal para administrar a sua atividade-fim. Para tanto, o SIMTERP gera dados amostrais a partir da simulação das atividades típicas existentes nos Terminais para calcular os índices, desenvolvidos especificamente para medir o desempenho operacional, de forma a avaliar a eficiência e a eficácia do serviço prestado de Coordenação e Controle de Viagens. Estes dados devem ser coerentes com a realidade do Terminal, para auxiliar no teste e validação dos índices criados para a avaliação de desempenho.

1.3 Objetivo

O principal objetivo da dissertação é investigar os mecanismos de funcionamento da gestão dos terminais rodoviários de passageiros que ofertam viagens intermunicipais utilizando técnicas de avaliação de desempenho e de simulação. Para isso são usadas medidas de efetividade, especificamente criadas a partir das relações pesquisadas entre os elementos que caracterizam um sistema de Terminal Rodoviário de Passageiros, e um modelo de simulação formulado considerando essas medidas. Os objetivos específicos são:

- Modelar os índices de desempenho para analisar a gestão do terminal
- Elaborar um Modelo de Simulação para avaliar o desempenho operacional dos terminais considerando esses índices
- Apresentar um estudo de caso que consiste na simulação de 2 terminais do Estado do Rio de Janeiro
- Analisar o estudo de caso, com base nos resultados da simulação.

1.4 Estrutura da Dissertação

O trabalho está dividido em oito capítulos de maneira a conduzir o entendimento tanto do objetivo principal como dos específicos da dissertação.

No capítulo 1, são apresentados os objetivos, a relevância e a estrutura da presente dissertação de mestrado. Os capítulos 2, 3 e 4 abordam, respectivamente, os temas terminais rodoviários de passageiros, avaliação de desempenho e simulação. A forma de exposição é descritiva procurando situar o leitor no contexto da dissertação utilizando como recurso uma breve revisão bibliográfica sobre os temas.

O capítulo 2, Terminais Rodoviários de Passageiros, faz uma abordagem sobre a história, caracterização, classificação e tipologia, as vantagens e desvantagens no sistema de transportes. São apresentados, também neste capítulo, os elementos principais que contribuíram para a classificação dos indicadores. Com relação à avaliação de desempenho, no capítulo 3, são apresentados os conceitos e as técnicas mais utilizadas, identificando os elementos aplicados aos terminais.

O capítulo 4 discorre sobre as técnicas de simulação, tipologia e apresenta alguns simuladores empregados em transporte. Uma pequena revisão bibliográfica é feita abordando os tipos de simuladores mais utilizados. A modelagem dos indicadores e índices é proposta no capítulo 5, o qual apresenta uma descrição pormenorizada das premissas e das hipóteses formuladas, bem como a metodologia utilizada para o desenvolvimento na presente dissertação. Os procedimentos metodológicos utilizados nessa modelagem consistiram de: pesquisa de dados, hipóteses a serem respondidas e a análise dos dados obtidos, caracterização dos indicadores, procedimentos de classificação e cálculo dos indicadores.

O capítulo 6 consiste na exposição do modelo de simulação proposto, suas variáveis, tabelas e gráficos que suportam a modelagem assim como: apresentação dos valores numéricos, a análise e uma correlação matemática entre as variáveis. O estudo de caso sobre a avaliação de desempenho de um terminal rodoviário utilizando dados gerados por simulação é apresentado no capítulo 7.

A constatação da aderência dos resultados obtidos em relação aos indicadores de desempenho calculados utilizando os dados da simulação e, portanto, satisfazendo as hipóteses formuladas, está explicitada na conclusão (capítulo 8), assim como também são apresentadas as recomendações, da presente dissertação de mestrado, sobre a necessidade de elaboração de novas pesquisas relacionadas ao tema.

2.0 Terminais Rodoviários de Passageiros

2.1 Considerações Iniciais

Embora a história do transporte rodoviário no Brasil seja mais antiga do que a de outros modos, como o ferroviário e o aeroviário, o estudo sistemático dos terminais rodoviários de passageiros é recente. Pouco material foi encontrado que fizesse referência sobre a história dessas instalações. Isto porque a atenção é voltada para os subsistemas de maior capacidade, razão pela qual encontramos detalhadas descrições.

Em um artigo apresentado por Vanessa Bárbara (2003), ela cita que a origem dos Terminais Rodoviários de Passageiros no Estado do Rio de Janeiro data do fim do século XIX iniciando-se com as experiências do Estado de São Paulo. O sistema de transportes urbanos e intermunicipais já naquela época enfrentava um quadro de alto crescimento populacional, aumento de frota e do número de viagens urbanas e intermunicipais. A ocupação urbana se encontrava desprovida de ordenação e carecia de um elemento estruturador que possibilitasse um arranjo harmônico para a cidade considerando os vários modos de transporte coletivo, até então charretes e bondes. Como consequência dos interesses comuns por viagens pendulares do centro para periferias e vice-versa, novas áreas de concentração foram surgindo. Essas áreas de concentração foram se tornando referência de origem e destino de viagens, permitindo estabelecer critérios para o traçado das linhas e itinerários, nos mais variados modos de transporte. A definição de terminal se aplica justamente ao lugar onde se inicia e termina uma viagem. Portanto, terminal de transbordo, terminal de integração ou terminal multimodal são expressões para uma mesma idéia central.

Poucos estudos foram encontrados sobre avaliação de desempenho da gestão das operações em Terminais Rodoviários de Passageiros, tanto oriundos das Universidades quanto das empresas públicas ou privadas no Brasil. E, mesmo no exterior, como se depreende da leitura do manual americano HCM-Highway Capacity Manual, do Transportation Research Board (TRB, 2001) e da literatura disponibilizada do International Union of Public Transport (UITP,1997), do Reino Unido.

As pesquisas realizadas na literatura revelaram que ainda não foi confeccionado um Simulador que propiciasse analisar o desempenho operacional dessas instalações,

abrindo uma lacuna na investigação científica desse componente de análise para o sistema de transportes.

A conclusão da pesquisa bibliográfica feita até o momento da confecção dessa dissertação foi que existem poucos estudos científicos sobre Centros Rodoviários de Passageiros, ou Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Assim como, também, sobre a avaliação do seu desempenho ou mesmo pesquisas envolvendo simulação, realizadas com o objetivo de conhecer mais sobre a eficiência operacional da gestão dessas instalações. A maioria das referências encontradas analisava as estações ou os terminais, ambos para ônibus, sob a ótica da integração modal ou do modo de transporte de maior capacidade, tais como aeroportos e ferrovias; ou ainda em relação às distâncias percorridas por cada linha. Destas, podemos citar (RASHID *at al.*, 2005) (MARTINEZ ÁLVARO, 2006) (FERREIRA *at al.*, 2002) (GONÇALVES, 1986).

Nesse caso, o desempenho refere-se à medida de eficiência e eficácia da administração da operação de um Centro de Produção e Gerência de Viagens. Alguns estudos realizados permanecem nas empresas prestadoras de serviços e não são divulgados por razões mercadológicas.

O mesmo foi constatado sobre os dados referentes à oferta e demanda nesses Centros, e todo o segmento dentro do sistema de transportes. A falta de dados espelha uma situação de assimetria entre as práticas gerenciais do poder público e das operadoras. Assim, um olhar clínico e agudo torna-se necessário para descobrir relações de causa e efeito em um ambiente escasso de informações.

A pesquisa de campo é fundamental para extrair elementos que auxiliem na formulação de um estudo sistemático sobre os terminais na rede de transportes. A aplicação do questionário sugerido no Anexo 6 objetiva coletar os dados sobre a movimentação das pessoas pelas instalações ao longo de um período de observação. Esse levantamento permite entender o comportamento dos atores e assim as práticas atuais de gestão. Dessa forma, os poucos dados históricos disponibilizados pelos órgãos do setor serão complementados com uma perspectiva mais realista do que ocorre com o sistema de

Centros Rodoviários trazendo mais subsídios para um estudo formal do funcionamento da sua operação.

Embora a escassez de dados seja um óbice para uma avaliação de desempenho mais precisa, e dessa forma conhecer as características do parque de Terminais instalados, isso não impede de serem realizadas outras análises. A tabela 1 apresenta uma classificação dos Terminais Rodoviários em função do Número Médio de Partidas Diárias (DNER,1986). O critério de Partidas é útil em um primeiro momento, porém insuficiente para avaliar a eficiência da Gestão do Terminal. Características como movimento diário e circulação interna de pessoas também são elementos classificadores de relevância.

Tabela 1. Classificação dos Terminais segundo o critério de Partidas Diárias

Tipo	Quantidade média de partidas diárias	Quantidade de Plataformas	
		embarque	desembarque
A	901 a 1250	45 a 62	15 a 21
B	601 a 900	30 a 45	10 a 15
C	401 a 600	20 a 30	7 a 10
D	251 a 400	13 a 20	5 a 7
E	151 a 250	8 a 13	3 a 5
F	81 a 150	5 a 8	2 a 3
G	25 a 80	2 a 5	1 a 2
H	15 a 24	1	1

O layout e a localização do Terminal dependem de fatores conjunturais, tais como da demanda por viagens na região. As instalações internas devem fornecer um mínimo de conforto e promover um atendimento rápido e preciso. Daí o conceito de Nível de Serviço, aplicado às funcionalidades e aos recursos humanos de um Terminal. A figura 1 apresenta os elementos principais de um Terminal típico com suas dependências para efeito desse trabalho:

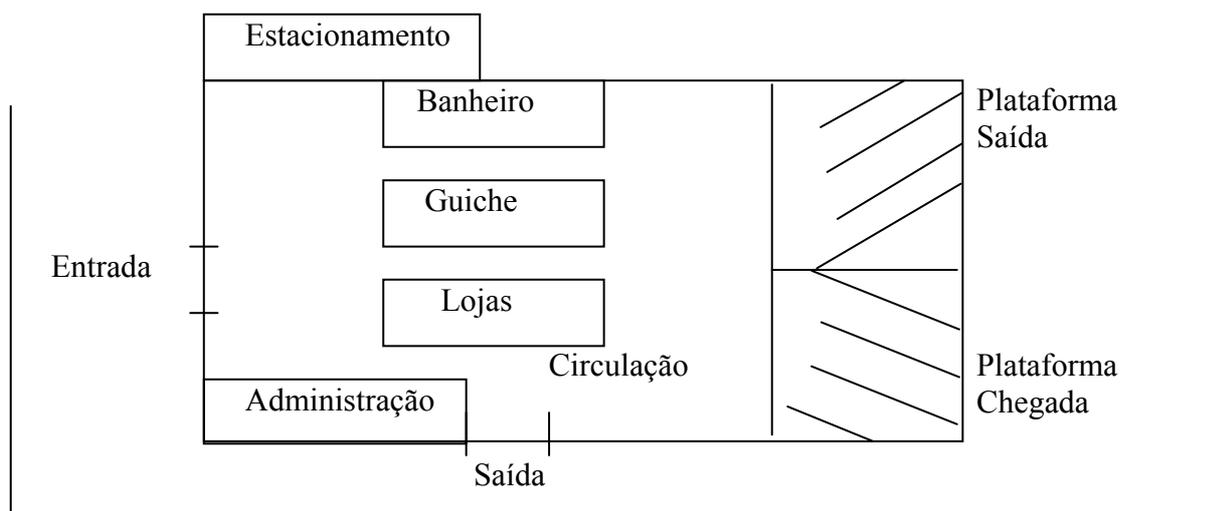


Figura 1. Elementos principais de um Terminal

2.2 Caracterização dos Terminais

Os principais elementos estruturadores de uma rede de transporte rodoviário são os terminais de passageiros. Assim sendo, por ser um pólo gerador de tráfego e viagens, ao estudar esses equipamentos se faz necessário considerar o ambiente a sua volta. (PORTUGAL & GOLDNER, 2003) (KNEIB, 2004). Ademais, os terminais facilitam a operação das linhas troncais, na qual ocorre a maioria do tráfego de veículos de maior capacidade, equalizando com as linhas alimentadoras, normalmente de baixa densidade de tráfego, mas intensa no fluxo de viagens devido ao movimento pendular periferia-centro da cidade.

As linhas troncais e alimentadoras representam os tipos básicos de traçado aplicado aos sistemas de transporte rodoviário (figura 2). A articulação é realizada considerando determinados nós da rede de transporte ou terminais rodoviários. As linhas alimentadoras são de pequena extensão e permitem a operação em vias coletoras, fazendo os serviços de captação ou distribuição dos passageiros pelas periferias urbanas. Isto ocorre geralmente no pico da manhã, horário no qual os usuários das áreas residenciais acorrem para os terminais e dali para seus destinos. No pico da tarde, essas linhas operam o inverso, fazem a distribuição dos terminais para as áreas residenciais ou dos núcleos periféricos de trabalho para os terminais, como exemplificado no trabalho de FERIANCIC (FERIANCIC *at al*, 2003).

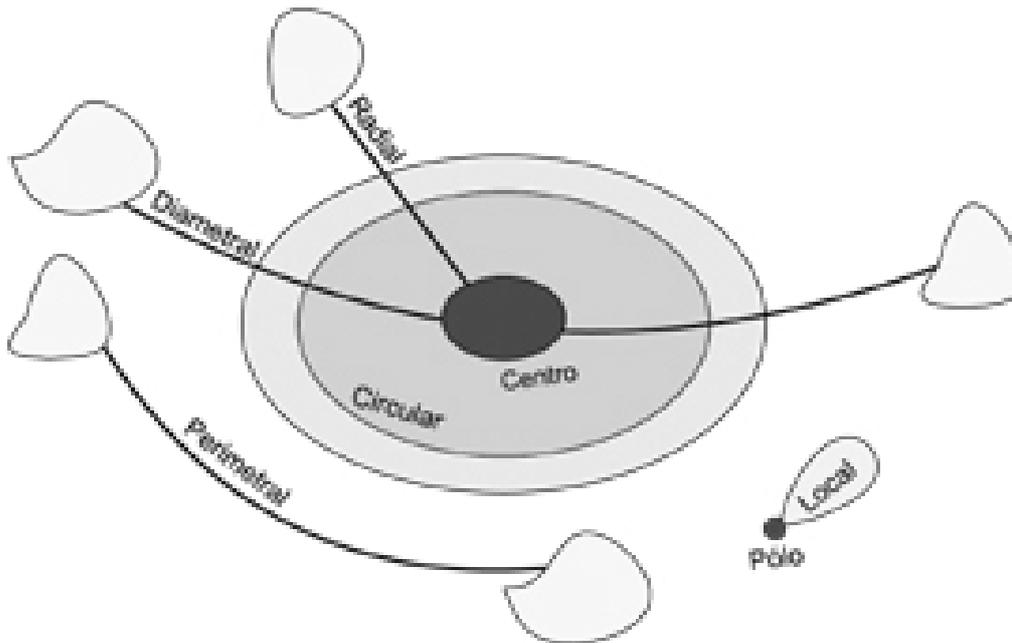


Figura 2. Diversos tipos de linhas de acordo com o traçado (fonte:FETRANSPOR)

A organização da distribuição de viagens faz com que os usuários utilizem os terminais onde existem possibilidades de integração modal ou de linhas. Os passageiros podem fazer o transbordo para as linhas-tronco que melhor atendam ao seu destino. Nas linhas troncais ocorre a prestação do serviço de transporte entre os terminais e os principais pólos de atração ou produção de viagens, geralmente o centro da cidade, ou mesmo entre dois ou mais terminais. As linhas troncais utilizam o sistema viário principal da cidade e carregam volumes mais significativos de passageiros.

Uma pesquisa realizada pela NTU nos municípios com mais de 100.000 habitantes situados fora das regiões metropolitanas, procurou verificar onde existem terminais e quais eram suas características básicas (NTU/ANTP, 1999). Tomando por base 96 municípios, a NTU obteve 88 municípios respondentes. Deste total, 29 (33%) disseram que possuíam algum terminal de ônibus que viabilizava a distribuição de viagens em parte ou para toda a rede de transporte público. Com exceção de Campinas, Campo Grande, São Luís, Goiânia e Manaus, todos os demais 24 municípios (82,8%) pesquisados se enquadravam entre as cidades de porte médio consideradas na classificação.

Em 28 cidades que possuíam terminais mais bem aparelhados para gerenciar a distribuição de viagens, um total de 96 terminais era com área construída para a

realização de transferências, uma média de 3,4 terminais por cidade. Das cidades pesquisadas apenas Franca (Estado de São Paulo) não possuía terminais.

As vias exclusivas para ônibus estavam presentes em 10 das 29 cidades pesquisadas, perfazendo 34,5% do total. E as cidades restantes utilizavam vias com tratamento preferencial para a circulação de ônibus, vias segregadas e faixas exclusivas com separadores pintados, otimizando a sinergia com o terminal. (NTU/ANTP, 1999)

Os terminais realizam importante tarefa na integração dos sistemas de transportes, sobretudo nas regiões metropolitanas de São Paulo, Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre. Nestas regiões, os eixos troncais são as linhas de metrô e trens metropolitanos operadas pela CBTU (Administração Federal) ou por empresas estaduais. Nas demais regiões metropolitanas, grandes centros e cidades de médio porte citados a integração é predominantemente ônibus-ônibus.

2.2.1 Atores envolvidos

Um Terminal Rodoviário de Passageiros se caracteriza por ser um Centro de Produção e Gerência de Viagens, onde convergem empresas que ofertam viagens, comerciantes e prestadores de serviço e passageiros que desejam realizar viagens. Vários aspectos funcionais compõem essa caracterização o que, segundo as definições encontradas no trabalho de Portugal e Goldner, faz do Terminal um Pólo Gerador de Viagens atípico dentro do sistema de transportes (PORTUGAL & GOLDNER , 2003). Isto porque, o Terminal se configura como sendo um nó na rede de transportes, sendo o percurso das linhas seus arcos. As operações podem ser unimodo ou multimodo, funcionando como um integrador dos vários modos de transporte, ponto de acesso do cidadão ao sistema e proporcionando uma etapa segura para transbordo ou transferência racional de passageiros. A transferência racional é o principal aspecto dessas instalações uma vez que as movimentações de veículos e passageiros são realizadas por meio de uma gestão centralizada de horários e linhas, o que permite a organização de todo o sistema (MESQUITA, 1981).

2.2.2 Funcionalidades e padrões mínimos para operação do Terminal

Um terminal rodoviário é uma instalação que deve possuir todas as funcionalidades para atendimento das necessidades dos agentes envolvidos na sua operação e utilização. Como agente podemos ter o operador de transporte, o comerciante que explora o terminal, os funcionários dos operadores locados, os funcionários da instalação e terceirizados e, principalmente, o passageiro e seus acompanhantes e os visitantes. Tais funcionalidades referem-se tanto à infra-estrutura dedicada às atividades como também os serviços disponibilizados pelo Terminal e são considerados na formulação dos conceitos de capacidade, desempenho, nível de serviço, qualidade, localização, acessibilidade, escoamento e mobilidade. Assim, padrões mínimos operacionais devem ser adotados para itens tais como: banheiros, armários e serviços de bagagem, praça de comércio, área de embarque e desembarque, atendimento médico, vigilância e segurança, instalação administrativa, sinalização interna e externa, área de circulação e espera de embarque e desembarque, área de manobras interna e externa, área de venda de passagens e estacionamento.

Cada funcionalidade possui um nível de serviço e um índice de desempenho, aplicados ao seu uso e funcionamento. As atividades que acontecem nas dependências consomem tempo e tendem a formarem filas na medida em que as pessoas vão chegando nos períodos próximos aos horários de pico.

Os tempos gastos em cada funcionalidade oferecida pelo terminal são computados considerando a frequência com que as pessoas acessam o terminal. Essas pessoas circulam pelas áreas comuns, nas lojas, nos locais de embarque e desembarque; utilizam banheiros, acorrem aos guichês das companhias, usam os serviços públicos oferecidos tais como correios e telefones, chegam e partem acompanhadas, se acomodam em outras dependências e visualizam as informações através de cartazes, letreiros e painéis de todo tipo.

Exceto por aquelas estações situadas nos grandes centros urbanos, nem todas as funcionalidades são encontradas em instalações das cidades menores, mesmo as que possuem forte apelo turístico. Na análise das funcionalidades e padrões mínimos de operação foram considerados os seguintes itens:

- 1) Dependências de um terminal
 - 1.1) Lojas (serviços, alimentação, quiosques, etc.)
 - 1.2) Bilheterias
 - 1.3) Instalações sanitárias
 - 1.4) Área de circulação (lazer, etc)
 - 1.5) Bagagem
 - 1.6) Estacionamento
 - 1.7) Estoque/almojarifado
 - 1.8) Escritórios/administração
 - 1.9) Instalações prediais
- 2) Pontos factíveis de formação de filas
 - 2.1) Bilheteria
 - 2.2) Área de chegada/partida dos ônibus
 - 2.3) Área de espera para embarque/desembarque
 - 2.4) Área/perímetro de chegada/partida da população
 - 2.5) Área/perímetro de chegada/partida de veículos
 - 2.6) Estacionamento
 - 2.7) Lojas e pontos de apoio
- 3) Critérios de dimensionamento físico
 - 3.1) Bem dimensionada, superdimensionada, etc em função da demanda de passageiros, operadores e viagens que o terminal comporta, bem como o espaço reservado para o comércio e serviços
 - 3.2) Tamanho (cotas) das áreas dedicadas para cada dependência em função da carga diária (visitas) e dimensionamento total em função do posicionamento geográfico do terminal na cidade
- 4) Caracterização dos critérios de satisfação do cliente
 - 4.1) Estado de conservação
 - 4.2) Limpeza, segurança, conforto e acomodação
 - 4.3) Atendimento (*Gerenciamento do Relacionamento com o Cliente*)
 - 4.4) Facilidade de acesso
- 5) Sistema de informações
 - 5.1) Utilizado pelos operadores
 - 5.2) Dedicado aos usuários e população em geral
 - 5.3) Terceirizado ou próprio da administração do terminal

- 5.4) Divulgação e mídia, exibição dos horários e facilidade de comunicação
- 6) Caracterização das infra-estruturas
 - 6.1) Atendimento aos Portadores de Necessidades Especiais
 - 6.2) Serviços de emergência (para-médicos, bombeiros, manutenção)
 - 6.3) Água, esgoto, energia elétrica, acessos asfaltados, garagens, áreas de trânsito para manobras

Como exemplo de análise das atividades de um Terminal, segue uma parte da abordagem preconizada no Transit Capacity and Quality of Service Manual, na Parte 7 referente a Paradas, Estações e Capacidade de Terminais, segunda edição (TCQSM, 2003). Embora a aplicação do simulador proposto, SIMTERP, seja para gerar dados com o propósito de analisar o comportamento dos índices de desempenho da gestão de um Terminal, o TCQSM serviu como referência para análise das suas funcionalidades, definidas no Brasil principalmente pelo MITERP - Manual de Implantação de Terminais (DNER, 1986).

Algumas áreas do Terminal incluem uma variedade de atividades de usuários dentro de um mesmo espaço. As pessoas podem estar passeando, esperando numa fila para comprar passagens, esperando para encontrar alguém ou fazendo compras ao mesmo tempo e no mesmo espaço.

Em todos esses casos, o método de análise é referido como análise espaço-tempo (TCQSM, 2003). Análises espaço-tempo incorporam o limite de espaço das pessoas previsto na abordagem de Nível de Serviço, o qual é calculado considerando o tempo gasto em cada atividade específica dentro de um determinado espaço.

O espaço-tempo necessário para uma atividade particular é representado pela seguinte relação (HCM, 2001):

$$TS_{nes} = \sum P_i \times S_i \times T_i \quad (1)$$

onde:

TS_{nes} = espaço-tempo necessário (m²-s);

P_i = número de pessoas envolvidas na atividade i ;

S_i = espaço necessário para a atividade i (m²); e

T_i = tempo necessário para a atividade i (s).

O total de espaço-tempo necessário de todas as atividades é então comparado com o espaço-tempo disponível representado pela fórmula:

$$TS_{disp} = S_{disp} \times T_{disp} \quad (2)$$

onde:

TS_{disp} = espaço-tempo disponível (m^2 -s);

S_{disp} = espaço disponível dentro da área analisada (m^2); e

T_{disp} = tempo disponível como definido para o período de análise (s).

A abordagem para aplicar a análise espaço-tempo varia dependendo da situação que está sendo analisada e de informações específicas ou opções a serem consideradas. Uma aplicação típica pode envolver as seguintes etapas:

1. Estabelecer as Origens e Destinos dentro e nos limites do espaço analisado.
2. Através da rede de pessoas dentro do terminal assinalar as rotas dessas pessoas para cada par Origem/Destino.
3. Totalizar o volume de pessoas passando por cada zona em análise.
4. Identificar os tempos de caminhada dentro de cada zona. Isso pode variar dependendo de suas rotas através de cada zona.
5. Determinar o percentual de pessoas que passam por cada zona, parando e permanecendo por vários propósitos específicos, tais como esperando um ônibus, comprando passagens, fazendo compras, etc.
6. Determinar o tempo gasto de permanência em cada zona para cada motivo.
7. Calcular a demanda espaço-tempo multiplicando o número de pessoas e número de permanência pelo tempo para caminhar através desses espaços e pelo tempo de permanência para várias atividades respectivamente, e pelo espaço usado por uma pessoa engajada em cada atividade.
8. Calcular o espaço-tempo disponível multiplicando a área utilizável do andar pela duração do período de análise.
9. Calcular a taxa oferta-demanda dividindo a demanda espaço-tempo pelo tempo-espaço disponível.
10. Aplicar um Nível de Serviço baseado nas faixas de valores das taxas de oferta-demanda.

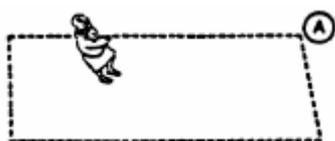
Na Tabela 2 tem-se os Níveis de Serviço para os pedestres nos caminhos e áreas de trânsito internas do Terminal (TCQSM, 2003):

Tabela 2. Níveis de Serviço para os Pedestres nos Caminhos e Áreas de Trânsito

NS	Espaço do Cliente (m ² /ped)	Velocidades e Fluxos Esperados		
		Velocidade Média S(m/min)	Fluxo por Unidade de Comprimento v (ped/m/min)	v/c
A	≥3,3	79	0-23	0,0-0,3
B	2,3-3,3	76	23-33	0,3-0,4
C	1,4-2,3	73	33-49	0,4-0,6
D	0,9-1,4	69	49-66	0,6-0,8
E	0,5-0,9	46	66-82	0,8-1,0
F	< 0,5	< 46	Variável	Variável

v/c = razão volume-capacidade

As Ilustrações seguintes demonstram os critérios dos Níveis de Serviço para a Área Comum de Circulação (TCQSM, 2003):



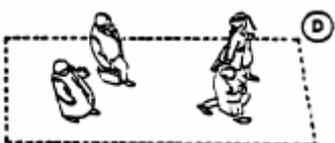
NÍVEL DE SERVIÇO A - Velocidade de caminhada livremente selecionada; improváveis conflitos (ou choques) com outros pedestres.



NÍVEL DE SERVIÇO B - Velocidade de caminhada livremente selecionada; as pessoas reagem à presença de outras.



NÍVEL DE SERVIÇO C - Velocidade de caminhada livremente selecionada; em fluxos unidirecionais é possível haver choques; conflitos menores em sentido contrário ou em movimentos cruzados.



NÍVEL DE SERVIÇO D - Liberdade para selecionar a velocidade de caminhada e ultrapassar os outros é restrita; alta probabilidade de conflitos nos movimentos contrários e cruzados.



NÍVEL DE SERVIÇO E Velocidades de caminhada e de ultrapassagem são restritas para todos os transeuntes; movimento para frente confuso e difícil; movimentos inversos e cruzados são possíveis com extrema dificuldade; o volume se aproxima do limite da capacidade de caminhada.



NÍVEL DE SERVIÇO F – Velocidades de caminhada são severamente restritas; freqüentes e inevitáveis choques com os outros; movimentos inversos e cruzados são virtualmente impossíveis; fluxo é esporádico e instável.

2.2.3 Utilização das dependências e facilidades do Terminal

Para as áreas de fila e de espera, tais como guichês, lanchonetes e banheiros, a medida primária para definição do Nível de Serviço é a média do espaço disponível para cada pessoa. Em adição ao sentimento de conforto ocasionado pelo desejo de espaço existe também um relacionamento direto entre a média de espaço disponível para cada pessoa e o grau de mobilidade permitido.

O Nível de Serviço para as áreas de fila e de espera, visto na tabela 3, é representado em termos de área média por pessoa e média de espaço interpessoal (distância entre as pessoas). Os limites foram desenvolvidos baseados na média de espaço para o pedestre, conforto pessoal e graus de mobilidade interna do Terminal.

O Nível de Serviço necessário para a área de espera dentro do Terminal é uma função da quantidade de tempo gasto na espera, do número de pessoas esperando e de um nível de conforto. Tipicamente, quanto maior a espera maior é o espaço por pessoa necessário. A tolerância de uma pessoa em relação ao nível de adensamento variará com o tempo.

A aceitação de uma pessoa em ficar muito próxima de outra também dependerá das características sociológicas da população, das condições ambientais do clima e do tipo de Terminal (TCQSM, 2003).

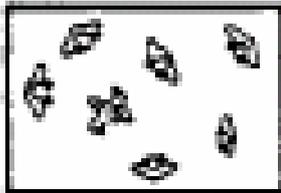
Tabela 3. Níveis de Serviço para as Áreas de Fila

NS	Média da Área de Pedestres (m ² /ped)	Média do Espaçamento InterPessoa (m)
A	≥1,2	≥1,2
B	0,9-1,2	1,1-1,2
C	0,7-0,9	0,9-1,1
D	0,3-0,7	0,6-0,9
E	0,2-0,3	<0,6
F	< 0,2	Variável

Ilustração dos critérios de Nível de Serviço para a Área Circulação de Pedestres e de Fila de espera:



NÍVEL DE SERVIÇO A – Permanência e livre circulação através da área de fila é possível sem perturbar os outros dentro da fila.



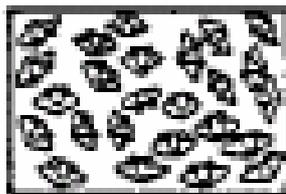
NÍVEL DE SERVIÇO B – Permanência e circulação parcialmente restrita para evitar perturbações às outras pessoas dentro da fila.



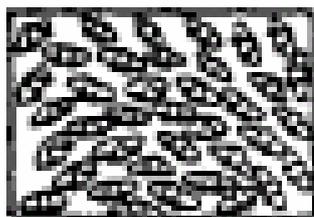
NÍVEL DE SERVIÇO C - Permanência e circulação restrita por toda a área da fila e é possível a perturbação de outros transeuntes; essa densidade está dentro da faixa do conforto pessoal.



NÍVEL DE SERVIÇO D – Permanência sem um tocar no outro é impossível; a circulação é severamente restrita dentro da fila e movimentos de avançar é somente possível como um grupo; esperas mais longas nessa densidade é desconfortante.



NÍVEL DE SERVIÇO E – Permanência em contato físico com os outros é inevitável; circulação dentro da fila não é possível; a fila nessa densidade somente pode ser suportada sem desconfortos maiores por um período curto de tempo.



NÍVEL DE SERVIÇO F –Virtualmente todas as pessoas dentro da fila estão em contato físico permanente; essa densidade é extremamente desconfortante; nenhum movimento é possível dentro da fila; o potencial para empurrar e para o pânico existe.

2.2.4 Utilização das portas de acesso de entradas e saídas do Terminal

Outra consideração importante é sobre o papel das portas de entrada e saída, ou acessos principais do Terminal. O efeito das portas de entrada-saída do Terminal sobre o fluxo de pedestres dependerá da velocidade (*headway*) entre os pedestres. Quando um pedestre alcança uma porta deve existir suficiente separação tempo-velocidade para permitir que os pedestres passem pela porta, ou qualquer outra facilidade como o guichê de cobrança antes do próximo pedestre chegar. Se o tempo entre sucessivos pedestres for muito próximo surgirá uma fila.

A capacidade da porta de entrada-saída é, portanto, determinada pelo tempo mínimo necessário para que cada pedestre passe por dela. A tabela 4 sumariza as médias observadas das velocidades para diferentes tipos de portas. Embora seja recomendado o registro das velocidades em portas similares em projeto e operação àquelas sob investigação, os valores exibidos na tabela 4 podem ser usados, se os dados de campo não estiverem disponíveis, com o menor valor representando o valor mais próximo da velocidade mínima.

Tabela 4. - Média observada da Capacidade e velocidade para as portas de Entrada / Saída

Tipo de Ingresso	Headway Observado (seg)	Médio Volume de Pedestres Equivalente (p/min)
Livre circulação	1,0 – 1,5	40 - 60
Circulação por direção	1,7 – 2,4	25 - 35

Os critérios de Nível de Serviço utilizados para avaliar as Portas de entrada-saída, caso estas existam, são os mesmos daqueles usados para avaliar as áreas de circulação. O objetivo é manter uma taxa média de fluxo de pedestres (ou velocidade de caminhada) através de todo o sistema de circulação de pessoas. A capacidade de uma porta de entrada-saída será baseada somente na largura da porta se ela estiver normalmente aberta, mas será reduzida se a porta estiver fechada de forma que obrigue o pedestre a abri-la ou obstruída por objetos e pessoas.

Existe uma preocupação com o conforto dos Portadores de Necessidades Especiais. Além do conforto e do fornecimento de facilidades de acesso, o fornecimento de soluções de evacuação durante uma situação de emergência é uma consideração importante no projeto de Estações e Terminais.

A providência principal está relacionada à capacidade do Terminal. As saídas devem ter capacidade de evacuação dos ocupantes, incluindo aqueles ainda embarcados, no menor tempo possível.

A segurança pública nas estações rodoviárias tem conseqüências importantes nas viagens. Se os passageiros sentirem que o Terminal é inseguro, eles tentarão evitá-lo mesmo se o nível atual de crimes for baixo. A força policial, câmeras de vídeo e locais de chamada de emergência podem ter um papel ativo na segurança do Terminal.

Entretanto, fatores tais como visibilidade, iluminação e a presença de outras pessoas (não estar abandonada) podem também ter papel decisivo.

2.2.5 Dimensionamento e Implantação

Das pesquisas realizadas nos órgãos públicos e informações disponibilizadas pelas empresas construtoras ou administradoras se depreende que não existem padrões definidos, nem critérios objetivos, para se construir Terminais em um sistema de transportes. Cada cidade, desenho urbano e necessidades por transportes condicionam os custos de construção de Terminais Rodoviários, seu porte e as características do empreendimento. Os dados de investimentos a seguir foram obtidos da NTU – Associação Nacional da Empresas de Transportes Urbanos (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006).

A implantação de Terminais mais recente com participação de investimentos privados ocorreu em Uberlândia em 1997. O empreendimento contou com 4 terminais, em uma área total de terreno de 48.815 m² e área construída de 32.282 m². A Prefeitura desta cidade licitou a construção e operação de 4 terminais, entre eles um Terminal Central que, além das instalações para o transporte, possui um pequeno *shopping center* de 24.000 m² de área construída, com 69 lojas para aluguel, e um estacionamento para aproximadamente 260 automóveis. Os outros 3 terminais são instalações bem menores cujo custo se situou ente R\$350.000 e R\$760.000, enquanto o Terminal Central exigiu recursos de aproximadamente R\$6 milhões. A concorrência foi ganha pelo consórcio entre a Construtora Andrade Gutierrez e o Grupo ALGAR, dando origem à Companhia de Administração de Terminais e Centros Comerciais (COMTEC). No total a concessionária investiu cerca de R\$11 milhões, levando 11 meses para completar o empreendimento. O sistema entrou em funcionamento em julho de 1997. Os investimentos e os custos de manutenção dos terminais são remunerados, além das receitas com aluguéis de lojas e estacionamento de veículos, por 4,5% da receita tarifária do sistema de ônibus (NTU/ANTP, 1999).

Em Criciúma, Santa Catarina, os investimentos foram de R\$12 milhões entre 1995 e 1996 para construir 3 terminais urbanos, com uma área edificada de 7.064 m² e 18 abrigos para embarque e desembarque de passageiros ao longo da via exclusiva. Para o

terminal central, além de uma área edificada de 3.178m², foi construída uma área subterrânea de 7.000 m² com acesso para pedestres e 32 lojas comerciais com 26 m² em média cada uma.

O terminal de São Luís, no Maranhão, custou R\$1,2 milhões com uma área coberta de 27.000 m² e 35.000 m² de área de terreno.

A Prefeitura de Fortaleza, no Ceará, investiu na construção de 7 terminais cerca de R\$15 milhões entre 1992 e 1995; não incluindo as desapropriações. Em média o custo de cada terminal variou entre R\$600 mil e R\$3,5 milhões, custo este condicionado à área e à localização.

Estas iniciativas evidenciam a necessidade de investimentos no setor, o que pressupõem investigações de metodologias de planejamento e gestão que conciliem os interesses nem sempre concordantes entre os diversos agentes envolvidos.

2.2.6 Capacidade dos Terminais e o uso do solo

O layout e a solução arquitetônica dos terminais rodoviários de passageiros são semelhantes em quase todas as fontes pesquisadas (DNER, 1986) (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006) (TCQSM, 2003) (ROMEU, 2006) (GOUVÊA, 1980) (ANTT, 2002) (MESQUITA, 1981). Os arranjos de construção são adequados às condições de infra-estrutura locais e os impactos sobre o uso do solo são mínimos para a população. A tabela 5 apresenta a distribuição dos terminais em algumas cidades brasileiras segundo a área total de terreno e a área construída ou coberta. Percebe-se que a área média de terreno é de 12.870 m² e a média da área construída em torno de 4.160 m².

**Tabela 5 - Número de terminais segundo área total e área construída em 1999
(FONTE: NTU)**

Área (m ²)	Área total ¹		Área construída ²	
	Nº de terminais	%	Nº de terminais	%
0 - 5000	10	20,8	38	74,5
5001 - 10000	16	33,3	6	11,8
10001 - 15000	8	16,7	4	7,8
15001 - 20000	6	12,5	1	2,0
20001 - 30000	2	4,2	2	3,9
30001 - 40000	4	8,3		
40001 - 50000	2	4,2		
Total	48	100,0	51	100,0

(1) Área de terreno.

Número de terminais incluídos: Campinas 7, Curitiba 21, Criciúma 3, Recife 5, São Luís 1, Uberlândia 5 e Vitória 6.

(2) Área construída ou coberta.

Número de terminais incluídos: Campinas 7, Curitiba 21, Criciúma 3, Goiânia 8, São Luís 1, Uberlândia 5 e Vitória 6.

Mesmo que o uso do solo seja aproveitado de forma racional e equacionado com as outras necessidades da população, segundo a NTU a capacidade dos terminais nos horários de pico em atender a quantidade de ônibus em operação e a demanda por viagens esgota-se em 1 a 2 anos de funcionamento. (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006). Em Fortaleza e Vitória com 8 a 9 anos de funcionamento os terminais já se encontram no limite de sua capacidade operacional. Para sobrepor essa tendência, em Campinas a ampliação da rede de terminais foi feita construindo instalações menores, chamadas miniterminais, equalizando a disponibilidade de recursos e o custo de construção, evitando a complexidade operacional das grandes unidades.

A expansão da rede de terminais implica na disponibilidade de recursos e aquisição de terrenos em localizações favoráveis dentro do perímetro das cidades, uma vez que são empreendimentos de dimensões que impactam o desenho urbano.



Figura 3. Conformação física de um Terminal típico (FONTE: NTU, 2004)

As áreas internas dos terminais ou seus acessos externos são localizações utilizadas para a exploração de atividades comerciais e de serviços devido à circulação de grandes contingentes de pessoas (figura 3). Quando situados nas plataformas de embarque e desembarque, os estabelecimentos comerciais dificultam a circulação dos passageiros, proporcionam a formação de filas e aumentam os custos de limpeza e conservação. Nas proximidades dos terminais há tendência para concentração de ambulantes, embora as prefeituras procurem disciplinar o comércio informal que prejudica o acesso da população aos serviços de transporte.

2.2.7 Caracterização dos Terminais no Estado do Rio de Janeiro

No Estado do Rio de Janeiro, até 2004 o transporte coletivo de linhas regulares era promovido por 109 empresas que operavam 1.090 linhas e utilizavam uma frota de 6.167 veículos, dos quais 4.920 eram do tipo urbano, 143 urbano com ar condicionado, 982 rodoviário e 122 rodoviário com ar condicionado gerando uma movimentação mensal superior a 52 milhões de passageiros (http://www.transportes.rj.gov.br/onibus/onibus_intermunicipais.asp). A tabela 6 apresenta uma amostra de 11 anos, de 1993 a 2003, das viagens intermunicipais geradas nos 5 principais terminais rodoviários administrados por empresas privadas e o gráfico 1 demonstra a respectiva curva ao longo desses anos.

Tabela 6. Amostra de 11 anos de viagens realizadas nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e SOCICAM

Terminais	1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque	
	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária
Américo Fontenelle (1)	92 501 504	253 429	116 221 114	318 414	126 823 992	347 463	127 091 944	348 197	126 823 992	347 463	26 833 794	347 490
Mariano Procópio (1)	23 224 728	63 629	25 475 764	69 797	25 191 096	69 017	25 245 504	69 166	25 191 096	69 017	25 043 306	68 612
Menezes Cortes	26 430 523	72 412	30 354 861	83 164	35 285 691	96 673	28 663 732	78 531	28 562 181	78 253	80 660 598	84 002
Campo Grande	92 349 392	253 012	109 835 169	300 918	118 604 310	324 943	117 760 433	322 631	118 750 566	325 344	17 295 516	321 358
Rodoviária Novo Rio	15 438 039	42 296	15 823 543	43 352	19 051 457	52 196	18 844 766	51 629	17 671 674	48 416	16 281 841	44 608
Total	249 944 186	684 779	297 710 451	815 645	324 956 546	890 292	317 606 379	870 154	316 999 509	868 492	16 115 055	866 069

Terminais	1999		2000		2001		2002		2003	
	Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque	
	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária
Américo Fontenelle (1)	128 429 256	351 861	128 443 282	351 899	124 713 668	341 681	104 473 564	286 229	101 850 722	279 043
Mariano Procópio (1)	23 417 616	64 158	23 417 616	64 158	22 548 132	61 776	20 846 997	57 115	20 821 428	57 045
Menezes Cortes	33 040 712	90 522	33 261 563	91 128	22 888 398	62 708	22 865 566	62 645	22 530 328	61 727
Campo Grande	109 293 670	299 435	109 661 213	300 442	99 379 076	272 271	84 737 636	232 158	84 734 703	232 150
Rodoviária Novo Rio	16 150 206	44 247	15 767 185	43 198	15 059 091	41 258	14 032 758	38 446	13 202 547	36 171
Total	310 331 460	850 223	310 550 859	850 824	284 588 365	779 694	246 956 521	676 593	243 139 728	666 136

Fonte: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro – CODERTE, Extraído de <http://www.Sectran.rj.gov.br> em 18/07/02, Terminais Rodoviários e Representações LTDA – SOCICAM
 Nota: (1) Dados calculados pela CODERTE através de estimativas.

A trajetória de queda pode ser explicada de diversas maneiras, como ilustrado no gráfico 1. Entretanto, os números anuais e a média diária fornecem uma visão do volume das viagens realizadas pelo território do Estado do Rio de Janeiro.

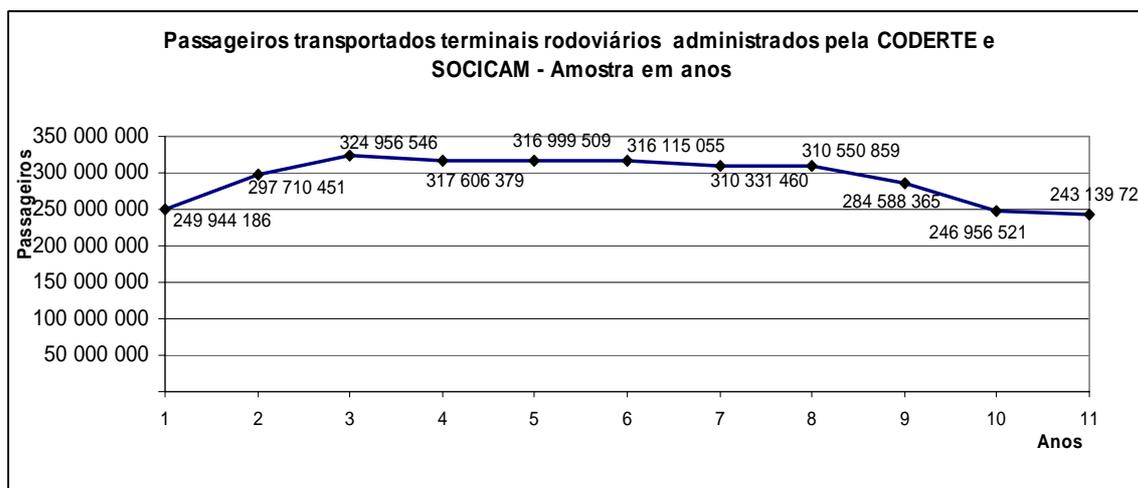


Gráfico 1 – Passageiros transportados – Total anual

As tabelas 7, 7a e 8 trazem com mais detalhes os dados referentes aos anos 1998/1999 e 2002/2003 onde se observam os tipos de viagens, de serviço e quantidade de operadoras nos principais terminais do Estado. As viagens redondas referem-se ao circuito de ida e volta. As disparidades entre os números para alguns terminais são devidas aos problemas de contagem e de controle administrativo.

Pouco se faz para medir com precisão os dados relativos à oferta e demanda, uma vez que isso requer um volume de investimentos não diretamente associados aos negócios.

Tabela 7. Movimentação de viagens e passageiros nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e iniciativa privada

Terminais	Dados gerais								Empresas
	1998		1999		Linhas				
	Viagens redondas	Passageiros transportados	Viagens redondas	Passageiros transportados	Municipais	Intermunicipais	Interestaduais	Internacionais	
Total	7 229 996	375 493 423	8 234 682	427 693 521	55	343	202	4	155
Américo Fontenele	2 286 180	126 833 794	2 327 760	128 429 256	-	94	-	-	15
Campo Grande	2 178 088	117 295 516	2 045 553	109 293 670	33	5	1	-	9
Conceição de Macabu (1)	24 516	1 440 441	-	-	-	-	-	-	-
Itatiaia (2)	-	-	12 998	467 210	-	7	-	-	4
Mariano Procópio	530 100	25 043 306	492 480	23 417 616	-	25	-	-	10
Mendes (3)	-	-	11 774	1 475 120	-	9	-	-	4
Menezes Cortes	765 371	30 660 598	825 396	33 040 712	19	28	-	-	21
Nilópolis	563 040	30 767 088	585 360	31 605 576	3	12	-	-	5
Nova Iguaçu	401 528	19 182 202	1 350 111	70 426 463	-	52	3	-	18
Novo Rio	293 025	16 280 052	303 897	16 150 206	-	46	170	4	39
Paty do Alferes (1)	23 146	1 117 238	-	-	-	-	-	-	-
Rio Claro (1)	15 870	644 853	-	-	-	-	-	-	-
Roberto Silveira	62 656	1 998 956	59 470	1 907 632	-	38	24	-	22
Vassouras	74 056	3 534 959	70 845	3 147 020	-	19	4	-	7
Venda das Pedras	12 420	694 420	149 040	8 333 040	-	8	-	-	1

Fontes: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro - CODERTE, Departamento de Informática; Terminais Rodoviários e Representações LTDA - SOCICAM - Novo Rio e Roberto Silveira.
(1) Administração transferida para a Prefeitura local em outubro de 1998. (2) Início da operação comercial em julho de 1999. (3) Início da operação comercial em março de 1999.

Tabela 7a. Dados das viagens geradas Estado do Rio de Janeiro - 2002 / 2003

Terminais	Dados gerais								Empresas
	2002		2003				Linhas		
	Viagem redonda	Passageiro transportado	Viagens redondas	Passageiro transportado	Municipais	Inter municipais				Inter estaduais	Internacionais
Américo Fontenele	2 466 270	104473564	2 404 530	101 850 722	-	96	-	-	14
Campo Grande	2 045 959	84 737 636	2 045 249	84 734 703	33	8	2	-	9
Itatiaia	30 083	774 082	28 780	774 719	-	4	1	-	4
Mariano Procópio	552 960	20 846 997	546 120	20 821 428	-	32	-	-	10
Mendes	19 380	1 515 178	15 779	1 507 238	-	11	-	-	3
Menezes Cortes	670 953	22 865 566	660 913	22 530 328	6	34	-	-	18
Nilópolis	611 580	25 586 506	579 960	24 448 292	4	12	-	-	5
Nova Iguaçu	1 393 058	57 025 895	1 350 456	55 269 549	-	55	3	-	18
Novo Rio	544 435	14 032 758	557 004	13 202 547	-	48	165	6	43
Roberto Silveira	108 708	1 392 973	109 628	1 251 160	-	32	28	-	21
Vassouras	77 536	2 126 180	71 881	1 992 603	-	19	5	-	8
Venda das Pedras	151 920	6 399 696	151 920	6 399 696	-	8	-	-	1
Total	8 672 842	341 777 031	8 522 220	334 782 985	43	359	204	6	154

Fontes: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro - CODERTE, Departamento de Sistemas Gerenciais. SOCICAM.

Tabela 8. Dados do sistema intermunicipal de transporte por ônibus, por tipo de serviço - Estado do Rio de Janeiro – 2001 /2003

Indicadores	Ano	Dados gerais do sistema intermunicipal por ônibus				
		Tipo de serviço				
		Total	Urbano	Rodoviário	Rodoviário com ar	Urbano com ar
Passageiros transportados (mil)	2001	546 349	519 094	17 968	4 315	4 971
	2002	545 010	512 121	20 496	5 276	7 118
	2003	498 017	463 242	20 195	5 383	9 197
Km percorridos (mil)	2001	635 843	523 075	90 902	14 782	7 084
	2002	650 833	535 081	84 864	18 041	12 847
	2003	640 085	520 226	85 760	18 844	15 255
Viagens realizadas (mil) (1)	2001	2 110	1 974	84	27	25
	2002	1 772	1 623	90	48	11
	2003	2 249	1 950	109	26	164
Lugares ofertados (mil)	2001	928 250	864 615	42 410	10 198	11 027
	2002	963 345	894 100	41 997	11 002	16 246
	2003	940 929	869 661	41 151	11 185	18 932
Frota	2001	6 023	4 755	892	208	168
	2002	5 459	4 392	756	184	127
	2003	5 467	4 398	737	177	155

Fonte: Departamento de Transportes Rodoviários - DETRO, Divisão de Transporte de Passageiros. Nota: (1) 2001 e 2002 retificados pela fonte

A singularidade da distribuição das linhas intermunicipais, utilizadas por ônibus denominados rodoviários, traz sérias restrições aos deslocamentos pendulares de longa distância penalizando o intercâmbio entre as cidades. Em termos de volume de passageiros, a tabela 9 mostra a importância desse modo de transporte na composição da mobilidade de longa distância no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 9. Passageiros transportados por mês por ônibus em 2004

MÊS	ÔNIBUS INTERMUNICIPAL		
	Municípios da Região Metropolitana	Demais Municípios	TOTAL
Jan	32.324.397	5.376.954	37.701.351
Fev	31.339.319	5.116.123	36.455.442
Mar	36.416.316	5.119.400	41.535.716
Abr	33.222.551	5.067.229	38.289.780
Mai	34.263.428	4.914.160	39.177.588
Jun	33.638.038	4.705.143	38.343.181
Jul	33.350.286	5.313.539	38.663.825
Ago	34.675.412	4.751.139	39.426.551
Set	34.140.244	4.568.939	38.709.183
Out	34.451.563	4.841.628	39.293.191
Nov	34.351.208	4.704.125	39.055.333
Dez	38.800.581	5.470.603	44.271.184
TOTAL	410.973.343	59.948.982	470.922.325

Fonte: DETRO-RJ

O DETRO/RJ, Departamento de Transportes Rodoviários do Estado do Rio de Janeiro, vinculado à Secretaria Estadual de Transportes, é o órgão responsável pelo planejamento, concessão, permissão, autorização, fiscalização e regulamentação do sistema intermunicipal de transporte rodoviário de passageiros. Os Terminais ficam sob a responsabilidade da CODERTE - Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro ou da iniciativa privada. A listagem desses terminais encontra-se no ANEXO 3.

Com a extinção da ASEP/RJ - Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do Estado do Rio de Janeiro em 2005 foi criada a AGETRANSP - Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de uma agência estadual com autonomia administrativa, técnica e financeira que tem por finalidade exercer o poder

regulatório do setor, acompanhando, controlando e fiscalizando as concessões e permissões de serviços públicos concedidos de transporte aquaviário, ferroviário e metroviário e de rodovias no Estado do Rio de Janeiro.

A implantação de sistemas de terminais implica em investimentos na construção de acomodações do equipamento viário, renovação da frota e organização dos sistemas de controle, além da necessidade de recursos para vias exclusivas nos principais corredores de transporte. O montante dos investimentos depende do tamanho da cidade e do nível de serviço pretendido. Em projetos com prazo de implantação de 2 a 4 anos fica entre R\$10 e R\$20 milhões nas cidades entre 100 e 500 mil habitantes, o que dificulta para as Prefeituras realizarem o empreendimento com recursos próprios (NTU/ANTP, 1999).

O sistema intermunicipal de transporte por ônibus é responsável por mais de 80% da movimentação de passageiros na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A Rodoviária Novo Rio é responsável por grande parte desse deslocamento, como se pode constatar na tabela 10, que apresenta os dados de viagens em termos de volume anual e média mensal de partidas e chegadas de passageiros de 1994 e 2004 com os respectivos gráficos 2 e 3 mostrando a evolução no período. A tabela 11 fornece os dados a respeito da movimentação mensal com mais detalhes, passageiros-dia e por ônibus, assim como o quantitativo da circulação de ônibus, dados esses úteis nas simulações realizadas como SIMTERP.

Tabela 10 - Movimento anual, média diária de ônibus e passageiros e média de passageiros por ônibus na Rodoviária Novo Rio - 1994 - 2004

Ano	Ônibus						Passageiros						Média por Passag. Ônibus	
	Total		Partida		Chegada		Total		Embarque		Desembarque			
	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Embarcados	Desembarcados
1994	535 479	1 467	271 873	745	263 606	722	15 823 543	43 352	8 295 577	22 728	7 527 966	20 625	31	29
1995	587 937	1 611	298 606	818	289 331	793	19 051 457	52 196	9 872 498	27 048	9 178 959	25 148	33	32
1996	599 443	1 642	303 195	831	296 248	812	18 844 766	51 629	9 800 095	26 850	9 044 671	24 780	32	31
1997	588 430	1 612	296 591	813	291 839	800	17 671 674	48 416	9 162 479	25 103	8 509 195	23 313	31	29
1998	586 848	1 608	295 634	810	291 214	798	16 281 841	44 608	8 401 823	23 019	7 880 018	21 589	28	27
1999	607 992	1 661	304 944	833	303 048	828	16 152 311	44 133	8 234 435	22 496	7 917 876	21 637	27	26
2000	611 128	1 669	307 317	839	303 811	829	15 766 466	43 035	8 042 444	21 954	7 724 022	21 081	26	25
2001	600 842	1 642	303 368	829	297 474	812	15 059 091	41 442	7 590 980	20 748	7 468 111	20 394	25	25
2002	572 069	1 563	289 316	790	282 753	773	14 032 758	38 337	7 079 107	19 004	6 953 651	19 004	24	25
2003	557 004	1 521	281 745	770	275 259	752	13 202 547	36 055	6 774 553	18 505	6 427 992	17 549	24	23
2004	540 835	1 478	274 418	750	266 417	728	12 703 433	34 714	6 729 879	18 389	5 973 554	16 325	25	22

Fonte: Secretaria de Estado de Transportes / DEPARTAMENTO AEROVIAÁRIO E HIDROVIAÁRIO - DAH / RJ; Terminais Rodoviários e Representações Ltda. - SOCICAM, Rodoviária Novo Rio. Nota: * -Quantitativos até setembro de 2002

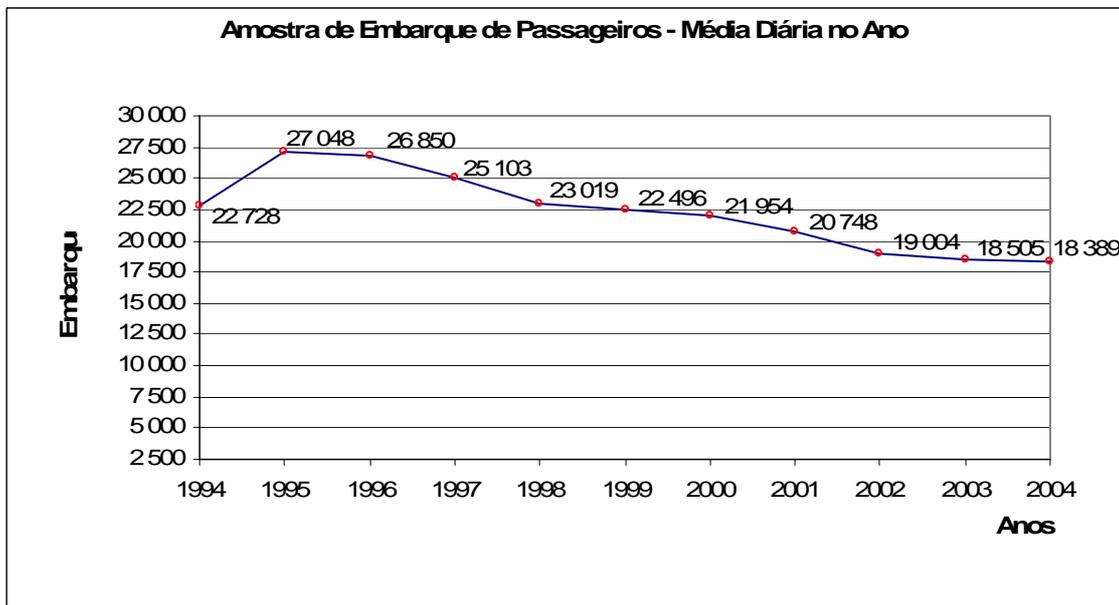


Gráfico 2 – Gráfico de embarques de passageiros – Média anual

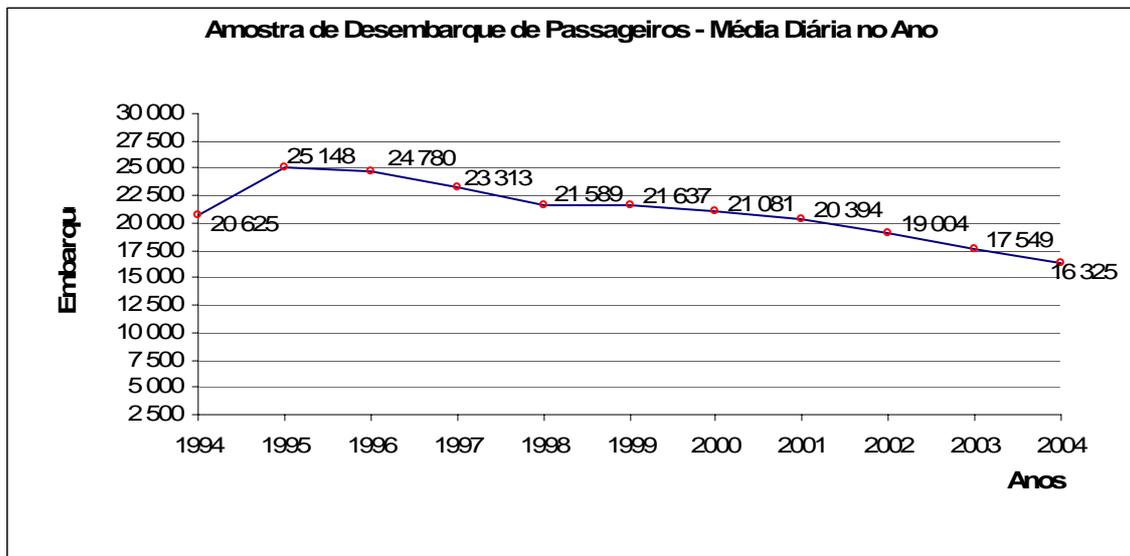


Gráfico 3 – Gráfico de desembarques de passageiros – Média anual

Tabela 11. Movimentação mensal de passageiros e ônibus no terminal rodoviário Novo Rio (principal terminal no município do Rio de Janeiro) - 2003

Indicador	Total	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembr	Dezembro
Total de Passageiros	13202547	1466 714	1 110 294	1 199 110	1066 053	968784	993 908	1135102	1030431	960126	1016 531	981814	1273680
Embarcados	6774555	747422	601 522	559 304	549331	497381	505 756	590752	521782	481416	520344	508091	691454
Desembarcados	6427992	719292	508 772	639 806	516722	471403	488 152	544350	508649	478710	496187	473723	582226
Passageiros por dia (média)	17611	47313	39 653	38 681	35535	31251	33 130	17560	16408	15957	16006	15791	18781
Passageiros desembarcados dia (média)	36171	24110	21 483	18 042	18311	16045	16 859	36616	33240	32004	32791	32727	41086
Passageiros embarcados dia (média)	18560	23203	18 170	20 639	17224	15207	16 272	19057	16832	16047	16785	16936	22305
Passageiros embarcados por ônibus (média)	23	27	26	23	24	22	23	23	23	22	22	22	23
Passageiros desembarcados por ônibus (média)	24	27	23	25	23	22	23	25	23	22	23	23	26
Total de Ônibus	557004	54821	45 467	49 366	45628	43958	43 555	46908	45471	43270	44631	42916	51013
Partidas (ônibus)	281745	27711	23 569	24 149	23246	22353	21 997	23637	22926	21739	22549	21732	26137
Chegadas (ônibus)	275259	27110	21 898	25 217	22382	21605	21 558	23271	22545	21531	22082	21184	24876
Ônibus por dia (média)	754	1768	1 624	1 592	1521	1418	1 452	751	727	718	712	706	802
Partidas por dia (média)	1526	894	842	779	775	721	733	1513	1467	1442	1440	1431	1646
Chegadas por dia (média)	772	875	782	813	746	697	719	762	740	725	727	724	843

Fonte: SOCICAM - Rio de Janeiro

No ANEXO 9 são apresentados os dados comparativos com outros modos de transportes em uma amostra de 7 anos.

Alguns sistemas municipais e estaduais já foram financiados com recursos do BNDES. Até a presente dissertação a realidade que tem se mostrado é outra. Os financiamentos para renovação de frotas são concedidos mais facilmente às empresas operadoras privadas do que para os empreendimentos para construção de terminais, em sua totalidade responsabilidade do poder público.

2.3 Considerações finais

Os terminais, além da função de abrigar os passageiros nos transbordos, são equipamentos onde se faz, de um lado, a concentração de demanda e, de outro, a sua distribuição pelas rotas e destinos principais. Do ponto de vista operacional, são

planejados para proporcionar o máximo de fluidez na circulação de veículos e pessoas, evitando a formação de filas.

Os terminais são as instalações principais da rede de transportes públicos, sobretudo em sistemas que adotaram integração modal e tarifária. É o equipamento de maior custo de implantação e onde há grande afluência de passageiros e veículos. Do seu desempenho podem-se fazer medições sobre as condições operacionais de todo o sistema, uma vez que é nele onde se reflete com maior intensidade os problemas de operação das linhas e dos corredores.

Os terminais possibilitam aos passageiros realizarem viagens por linhas diretas entre pólos geradores de forma que possam escolher livremente entre várias combinações de linhas para atingir o mesmo destino. A integração se faz em terminais, entre linhas alimentadoras e troncais, em um único terminal geralmente localizado na área central da cidade, onde os passageiros podem fazer transferências entre linhas radiais convencionais.

Os terminais que se situam nas áreas principais da cidade são construções de dimensões maiores e possuem cobertura em toda sua extensão. Esses terminais recebem os veículos da totalidade das linhas-tronco e a maioria dos passageiros que circulam pelo sistema público de transporte. Dependendo da posição geográfica do terminal na cidade e do desenho da rede de transporte público, os acréscimos de oferta em várias partes do sistema resultam em maior movimento no terminal superando a sua capacidade de atender a demanda. O trânsito gerado dificulta a circulação nos centros urbanos e cria problemas para a circulação de ônibus e veículos em geral.

3.0 Avaliação de Desempenho

3.1 Considerações Iniciais

Vários conceitos sobre desempenho são encontrados na literatura técnica relacionada. Em linhas gerais, as definições são referentes a um produto ou aos processos realizados para a sua obtenção. Em todo caso, diferentes abordagens surgem em função dessas duas categorias.

Uma pesquisa feita entre 1994 e 1996 por NEELY (1999), sobre os artigos relacionados ao tema medição de desempenho, revelou que foram publicados cerca de 3.615 textos, referentes a estudos e aplicações realizados por acadêmicos especializados em áreas como estratégias de negócios, produção, finanças, marketing e comportamento organizacional, e empresas que visam a melhorar o seu processo de medição. Entretanto, a conclusão de Neely foi que os estudos sobre medição de desempenho indicam problemas semelhantes quanto aos sistemas de indicadores de desempenho. Pelo fato de existir uma variedade de abordagens a sistematização de indicadores é deficiente desde a sua concepção, na adoção dos critérios, na implementação e posterior uso.

Devido à necessidade das empresas obterem maior efetividade e controle de suas atividades, novas medidas de desempenho são criadas. Os problemas surgem quando cada setor procura fazer suas próprias medições desarticuladamente. Segundo ATKINSON (1998), utilizar somente indicadores de um setor, por exemplo, financeiro, não garante que as informações permitirão administrar as organizações eficientemente. Essas medidas geralmente retratam resultados de processos, nem sempre representando a melhor informação sobre o que realmente acontece. As medidas perdem flexibilidade, e com isso a sua utilidade.

3.2 Os objetivos da Avaliação de Desempenho

Medir desempenho significa quantificar a eficiência e a eficácia de um processo, seja na utilização de máquinas ou das ações tomadas pelas pessoas nas empresas. É um

processo pelo qual se decide o que medir. Assim procedendo é possível identificar as capacidades da organização e os níveis de desempenho esperados, tanto dos processos quanto do sistema organizacional (NEELY et al.,1997). O processo de avaliação de desempenho consiste na utilização de um conjunto de indicadores, que caracterizam o processo sob análise, com o objetivo de avaliar o estado atual e as direções futuras do seu desempenho. A medição de desempenho tem como preocupação principal a definição precisa do que se quer medir, como e para que. A própria medição é um processo que permite identificar necessidades sobre onde concentrar a atenção e colocar os recursos para que algo possa ser melhorado (SINK e TUTTLE, 1993). As ações precisam de um acompanhamento para saber se está de acordo com as metas estabelecidas e quais as medidas a serem tomadas para eventuais correções. Sink e Tuttle afirmam que, em termos práticos, os sistemas de medição de desempenho proporcionam:

- a) maior controle das atividades operacionais da empresa;
- b) planejar cenários estratégicos;
- c) fazer um *benchmark* da missão da empresa;
- d) melhorar as condições de trabalho dos funcionários;
- e) monitorar e controlar o planejamento.

A gestão do desempenho possui funções executivas tais como planejar, controlar e melhorar. Os sistemas de medição de desempenho são parte integrante da implementação da estratégia empresarial e da avaliação de desempenho, tanto na área de recursos humanos, ou gestão de pessoas, como na competitividade entre as empresas em relação ao seu mercado de atuação. O controle é a aplicação mais comum e melhor compreendida em um sistema de medição de desempenho. Assim, ao controlar as atividades inerentes à medição de desempenho obtém-se como resultado a previsão, ou estimativa, da solução de problemas.

A medição objetiva do controle da variação do desempenho em relação aos padrões de comportamento pré-estabelecidos, identificando os vieses, permite corrigi-los no momento adequado e previsível, proporcionando vantagem competitiva aos gestores.

Assim, segundo SINK e TUTTLE (1993) o processo de medição e o seu papel na organização é mais bem compreendido e utilizado quando for orientado para a melhoria.

Portanto, os indicadores devem ter um papel relevante na motivação das pessoas envolvidas no processo. É importante que, na fase de implementação de melhorias dos processos ou produtos, esses indicadores sejam monitorados e sua evolução divulgada periodicamente.

O gerenciamento da medição de desempenho funciona como um sistema de apoio ao planejamento, assim como também à solução de problemas, à tomada de decisões, à melhoria contínua, ao controle operacional e à motivação das pessoas.

KAPLAN e NORTON (1997) ressaltam que num sistema de medição de *performance* devem-se equilibrar medidas financeiras e não-financeiras, uma vez que somente medidas financeiras são inadequadas para monitorar e avaliar o caminho que as empresas modernas necessitam para impulsionar o desempenho futuro, investindo em clientes, fornecedores, funcionários, processos, tecnologia e inovação.

Para se medir o desempenho de um processo, é necessário se estabelecer métricas que possam orientar o gestor a avaliar o que se pretende de fato medir. E, no processo de estabelecer métricas de desempenho, o que se torna mais complexo é a escolha da medida que melhor possa traduzir como está indo o desempenho de uma empresa ou empreendimento. As medidas de desempenho são, portanto, as peças principais de um sistema de avaliação de desempenho (KAPLAN e NORTON, 1997). Essas medidas podem se apresentar na literatura com outras denominações como, por exemplo: indicadores de desempenho e indicador ou medida de *performance*.

Para CHIAVENATO e CERQUEIRA NETO (2003) o sistema de medição de desempenho é um modelo da realidade que pode ser apresentado, dentre outras formas, como relatórios, periódicos, gráficos ou sistema de informações *online*. No entanto esse sistema deve permitir que o desempenho seja analisado, em sua profundidade, e que as correções possam ser feitas quando necessárias. Segundo esses autores, o cerne de qualquer medição de desempenho é o ser humano como um componente crítico. O sistema envolve, portanto, a pessoa que:

- primeiramente estabelece os objetivos;
- projeta a medição do desempenho;
- ajuda a implementar os sistemas de medição de desempenho;

- deve efetivar a medição;
- age para melhorar as medições;
- tem a responsabilidade de interpretar o significado das medições efetuadas.

Para NEELY et al. (1999), a medição de desempenho é necessária pelas seguintes razões:

- a) as mudanças na natureza do trabalho;
- b) aumento da competitividade;
- c) iniciativas de melhorias para atender ao aumento da competitividade;
- d) premiações nacionais e internacionais de qualidade (Prêmio Deming, por exemplo);
- e) mudanças nos papéis dos agentes que atuam na organização, os quais estão passando a ter um papel mais ativo na análise dos dados que afetam o futuro dos negócios;
- f) mudanças na demanda externa e,
- g) o poder da tecnologia da informação.

A medição também pode auxiliar a implementação das estratégias. O desenvolvimento de sistemas de medição ligados às metas, aos objetivos e às estratégias direciona os gestores por ocasião da implantação dessas estratégias. Os resultados vão refletir, não somente nas relações de causa e efeito e de custo-benefício, mas também nas implicações dessas estratégias ao longo do tempo (SINK e TUTTLE, 1993).

KAPLAN e NORTON (1997) recomendam o comprometimento de todos os segmentos da organização, uma vez que a participação das pessoas envolvidas no processo possibilita a discussão e reflexão sobre os efeitos e a contribuição das operações diárias para atingir os objetivos estratégicos da organização.

SINK e TUTTLE (1993) classificam as medições, segundo a finalidade da informação que fornecem, em:

- a) **visibilidade** – procura identificar os pontos fortes e fracos. Sua principal finalidade é chamar a atenção da gerência para as necessidades de melhoria, mostrando a *performance* atual;
- b) **controle** – busca controlar a variação do desempenho em relação a padrões de comportamento pré-estabelecidos. Se necessário pode-se fazer correções;

- c) **melhoria** – tem por finalidade mostrar o desempenho em relação às metas estabelecidas. Procura identificar oportunidades de melhoria ou checar o impacto dos planos de ação sobre o desempenho do processo ou da organização;
- d) **motivação** – incentiva as pessoas para melhoria contínua, informando a essas pessoas o retorno não só quanto ao seu próprio desempenho, mas também quanto ao processo pelo qual são responsáveis.

Ainda de acordo com NEELY et al. (1996), desempenho refere-se à eficiência e à eficácia da ação, sendo que a eficiência está relacionada ao atendimento das necessidades do cliente.

SINK e TUTTLE (1993) discutem a respeito do conceito de desempenho organizacional procurando conhecer suas características. Os autores o definem como um complexo inter-relacionamento de sete critérios genéricos que norteiam sua utilização:

- a) eficácia;
- b) eficiência;
- c) qualidade;
- d) produtividade;
- e) qualidade da vida de trabalho;
- f) inovação; e,
- g) lucratividade.

Em ATKINSON *et al.* (2000, p.87), a eficiência é uma característica do processo que se refere à habilidade de usar um mínimo de recursos possível para fazer alguma coisa e eficácia é a característica que se refere à habilidade de um processo em alcançar seus objetivos.

Para definir o conceito de desempenho, LEBAS (1995, p.27) desenvolveu um modelo que ilustra as relações causais de desempenho. Esse modelo está representado pela figura 4 e é assim estruturado:

- 1) as vendas são resultado de vários elementos de desempenho, tais como satisfação do cliente, qualidade, entrega, inovação, flexibilidade e custos.
- 2) Os custos são o resultado dos processos que, por sua vez, tiram seu “alimento” do solo, representado por elementos como treinamento e multiqualificação de pessoal,

conhecimento de mercados, relações sociais, fluxo de informação, relacionamento com fornecedores, manutenção, investimento, entre outros.

Assim, o desempenho pode ser definido em cada um ou em todos os quatro níveis que aparecem no processo de criar renda: renda líquida, os frutos e as folhagens (elementos de desempenho), os processos no tronco ou na riqueza do solo.

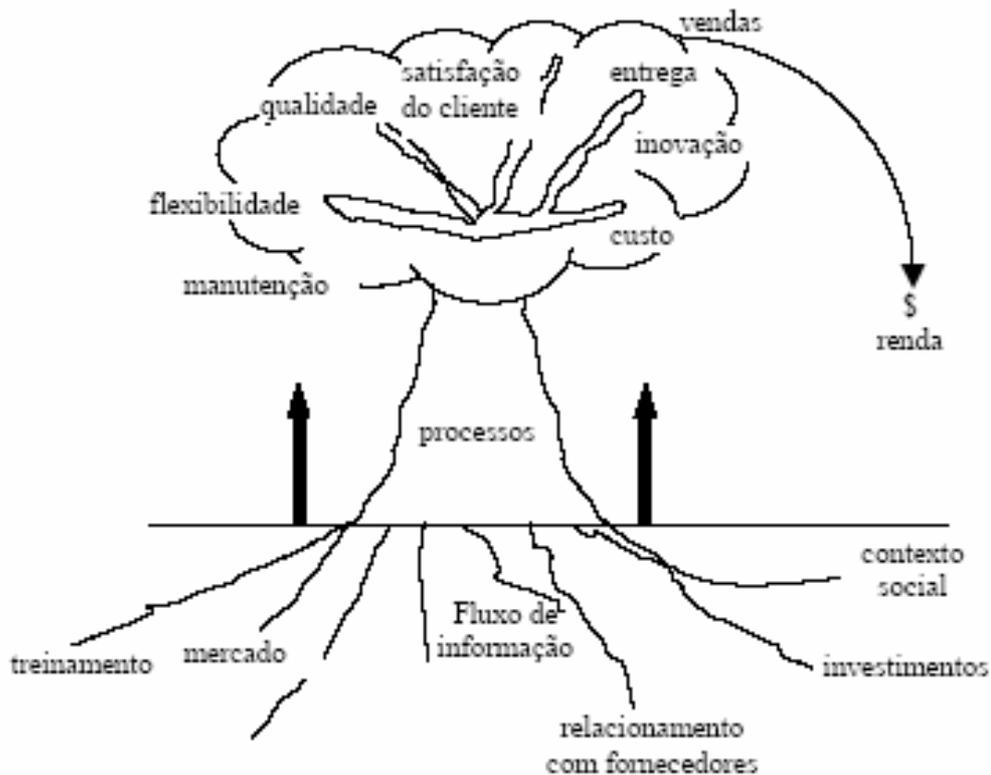


Figura 4. Modelo Causal de Desempenho (LEBAS, 1995)

LEBAS (1995) também afirma que desempenho diz respeito a arranjar e gerenciar bem os componentes do modelo causal que levam ao atendimento coordenado dos objetivos estabelecidos dentro de restrições existentes para a empresa e para a situação. Ou seja, para o referido autor, o desempenho está relacionado ao atendimento de objetivos, restringidos para cada empresa e para cada situação.

Segundo encontramos em MENDOZA (1999), Indicadores de Desempenho consistem em expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e dos produtos resultantes. Dessa forma, os indicadores constituem-se em instrumentos de

apoio à tomada de decisão com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto.

Os Indicadores podem ser classificados como indicador de capacitação e indicador de desempenho, que podem ser definidos como:

a) indicador de capacitação: é uma medida que expressa informações sobre uma determinada estrutura de produção. Esses indicadores caracterizam condições como o nível de qualificação da mão-de-obra empregada por uma empresa ou por uma unidade produtiva, o grau de atualização dos equipamentos utilizados, a capacidade instalada e seu grau de ocupação;

b) indicador de desempenho: representa um resultado atingido em determinado processo ou características dos produtos finais resultantes. Refere-se ao comportamento do processo ou produto em relação a determinadas variáveis. Esses indicadores caracterizam condições como o custo de determinado processo, lucro, retrabalho, conformidade de produtos. Os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores da qualidade e indicadores de produtividade.

Os indicadores da qualidade medem o desempenho de um produto ou serviço, relativo às necessidades dos clientes – internos ou externos. Está relacionado à medição da eficácia da empresa em atender as necessidades dos clientes.

Indicadores de produtividade medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos e representa a eficiência do processo na obtenção dos resultados esperados.

As medidas de desempenho são os sinais vitais da organização. Elas informam às pessoas o que estão fazendo, como elas estão se saindo e se elas estão agindo como parte do todo. “É a quantificação de quão bem as atividades dentro de um processo ou seu output atingem uma meta especificada. As medidas do output relatam resultados de um processo e são utilizadas para controlar recursos “ (HRONEC, 1994, pp. 5 e 14).

As medidas devem ser consideradas parte integrante do ciclo de planejamento e controle, fornecendo meios de capturar dados de desempenho que podem ser usados

como informação na tomada de decisão (NEELY et al., 1997, p.1132; SINK; TUTTLE, 1993, p.163).

Por serem essenciais para se conseguir avaliar o desempenho de um processo, produto ou estrutura, os indicadores ou medidas de desempenho precisam ser cuidadosamente selecionados para representarem o mais precisamente possível a ação a ser avaliada. Assim, para NEELY et al. (1996, p.424), as medidas de desempenho são usadas para quantificar a eficiência ou a eficácia da ação.

Segundo HRONEC (1994, p.25), um sistema de medição de desempenho deve equilibrar várias medidas de custo, qualidade e tempo, em vários níveis da organização, processos e pessoas. Já BITITCI (1997) e seus colegas definem um sistema de medição de desempenho como sendo um sistema de informações capaz de arranjar os objetivos estratégicos e táticos da unidade de negócio. Assim sendo, esse sistema de medição deve estar estruturado de forma a permitir que informações relevantes retro-alimentem os processos para facilitar a tomada de decisão e o processo de controle.

O trabalho desenvolvido por MURALHA (1990) é um exemplo de avaliação de desempenho aplicado ao transporte de passageiros por ônibus onde o autor constrói um modelo com base nas variações da demanda e critérios de sazonalidade. Outro exemplo é o trabalho de D'AGOSTO (1999), que utiliza técnicas de simulação para analisar o desempenho operacional dos STUVS – Sistemas de Transportes Urbanos em Vias Segregadas ou vias exclusivas.

3.3 As Técnicas de Avaliação de Desempenho

As técnicas de avaliação de desempenho podem ser divididas em elementares e indiretas. As elementares são aplicadas diretamente sobre o objeto da análise sendo, portanto, necessário que este objeto exista para que seja submetido a testes. As técnicas indiretas permitem a avaliação antes da existência do objeto da análise, constituindo-se em uma importante ferramenta de simulação para projetos (MÜLLER, 2003).

As técnicas elementares são subdivididas em monitoramento e *benchmark*. O monitoramento é a captura de dados do sistema sob estudo durante o seu processo de execução. Esses dados capturados são posteriormente analisados. O *benchmark* consiste na aplicação de uma carga específica de trabalho sobre o sistema em análise. Essa técnica permite quantificar a capacidade do sistema em executar determinado tipo de operação ou tarefa.

As técnicas indiretas são subdivididas em analíticas e simulação. A analítica consiste no desenvolvimento de equações que demonstram o comportamento de um sistema. Essa técnica é aplicada a sistemas de baixa complexidade. Na simulação é construído um modelo formal que permite avaliar os pontos essenciais do sistema. Esse modelo é submetido a experimentos que, quando corretamente analisados, resultam no comportamento do sistema. Segundo ATKINSON (1998) um modelo formal não precisa representar todo o sistema. Contudo deve representar as principais características a serem avaliadas.

3.4 Técnicas mais utilizadas na avaliação de desempenho

3.4.1 DELPHI

O Método DELPHI foi desenvolvido pela Rand Corporation no início da Guerra Fria com o objetivo de fazer previsões sobre os impactos da tecnologia na guerra. Em meados de 1944, um relatório para a força aérea sobre as capacidades tecnológicas futuras que poderiam ser utilizadas para fins militares culminou, dois anos depois, no início do Projeto RAND (junção das palavras *Research and Development*) pela companhia de aviação Douglas Aircraft. Assim, durante as décadas de 1950-1960, Olaf Helmer, Norman Dalkey e Nicholas Rescher desenvolveram o DELPHI como resultado das pesquisas na RAND sobre as deficiências encontradas nos métodos tradicionais de previsão que usavam modelos quantitativos e de tendência em situações cuja a precisão das leis científicas não podia ser aplicada (DALKEY, 1969).

O DELPHI, ou *jogo de Delphos* em homenagem ao oráculo de Delphos da Grécia, baseia-se na convergência de opiniões sobre uma mesma questão. Esta convergência obtém-se através de entrevistas a especialistas utilizando questionários, distribuídos em

mais de uma oportunidade, os quais seriam tabulados com a opção de serem revistas as opiniões anteriores. Na prática bastam três aplicações de questionários para se obter a convergência. Esta técnica pressupõe que os especialistas sejam pessoas com alto grau de conhecimento sobre as questões formuladas. O número de especialistas envolvidos é irrelevante, uma vez que o exercício não é quantitativo, mas qualitativo. No decorrer do processo podem ocorrer dificuldades em obter respostas ou haver desistências, é recomendado então um número em torno de cem respondentes.

Em linhas gerais, o método DELPHI consulta um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros através de um questionário, que é repassado continuadas vezes até que seja obtida uma convergência das respostas, um consenso, que representa a consolidação do julgamento intuitivo do grupo a respeito do assunto. O julgamento coletivo passa a substituir a opinião de um só indivíduo. As principais características deste método são:

- a) Consulta individual na qual o anonimato dos respondentes é preservado impossibilitando a influência de um especialista sobre o outro;
- b) A representação estatística da distribuição dos resultados; e,
- c) O retorno, o *feedback*, das respostas do grupo para reavaliação dos questionários distribuídos é armazenável para posterior análises.

Na sua formulação original, o DELPHI é uma técnica para a busca de um consenso de opiniões de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros (DALKEY, 1969). Portanto, tem por objeto a construção de cenários com relação ao comportamento de uma ou mais variáveis tomadas em consideração. Em GOUVEA (1980) encontra-se a utilização da técnica para auxiliar nos processos de avaliação dos parâmetros utilizados na implantação de terminais rodoviários.

A evolução em direção a um consenso obtida no processo representa uma consolidação do julgamento intuitivo de um grupo de peritos sobre eventos futuros e tendências. A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo.

3.4.2 TFP - Total Function Productivity Analysis

Hoje em dia cada vez mais, analistas econômicos e Governo exibem um crescente interesse na mensuração da produtividade. Alguns analistas estão interessados principalmente na medição dos níveis de performances das empresas, planta industrial ou o setor de serviços, enquanto outros estão preocupados no crescimento da produtividade de certos setores particulares da indústria, ou da economia como um todo.

Uma grande preocupação entre os economistas e estatísticos nos últimos anos é a relação entre as medidas dos níveis de produtividade das empresas e dos níveis agregados de produtividade da economia. Dentre os aspectos considerados, os mais importantes são: a extensão para o qual essas unidades de medida dos níveis de produtividade crescem e se estas podem ser agregadas; a validade das assunções nas análises desses dados agregados; a pesquisa por uma possível abordagem de agregação com propriedade teórica e, a escolha dos pesos relativos assumidos para as variáveis quem entram nessas análises.

Por décadas, a maioria dos estudos publicados investigou a agregação das medidas de eficiência. As medidas mais comuns dessa natureza são as medidas de eficiência técnica, ineficiência alocativa e também a eficiência de toda a economia.

As técnicas de *Total Function Productivity Analysis* são para auxiliarem no entendimento dos fenômenos econômicos em ambientes macros de competição imperfeita envolvendo economias de escala (OUM, YU, FU, 2003). As interações entre as diversas empresas de aviação no mundo versos os preços locais praticados são um exemplo de onde utilizar essa ferramenta (OUM, ZHANG, 2004) (ATRS, 2004).

3.4.3 DEA

A DEA (Data Envelopment Analysis) é uma ferramenta nova da Ciência da Administração para a mensuração da eficiência técnica como definida por FARREL (1957). Em seu trabalho, Ferrell define que toda organização eficiente é aquela que consegue produzir mais resultados (maior *output*) a partir de certo *mix* (composição) de insumos (*inputs*). Por outro lado, a sua abordagem sobre ineficiência técnica está

associada ao caso da produção não alcançar a fronteira de eficiência, isto é, que esta não consiga atingir o máximo de *outputs* dado um mix de *inputs* (CHARNES e COOPER, 1990;1994). Em resumo, a eficiência técnica está relacionada ao aspecto físico-operacional da produção, enquanto que a eficiência econômica se preocupa com o aspecto monetário da produção.

Desde a apresentação da técnica DEA diferentes modelos de aplicação foram desenvolvidos por vários pesquisadores. A esse respeito TAVARES (2002) realizou um trabalho de levantamento sobre a evolução da DEA ao longo do tempo criando uma base de dados bibliográfica que se constitui em importante subsídio para pesquisa. Os dois modelos básicos mais utilizados, o CCR e o BCC, têm seus nomes associados aos de seus idealizadores: CCR de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e BCC de Banker, charnes e Cooper (1984) (EMROUZNEJAD, 2001).

A Análise de Fronteira, ou Análise Envoltória de Dados (DEA), foi primeiramente apresentada por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. É uma técnica de Pesquisa Operacional de medição do desempenho utilizada para avaliar a eficiência relativa entre duas ou mais unidades produtivas, chamadas de UTD - unidades de tomada de decisão ou *Decision Making Units* (DMU). Trata a medida de eficiência técnica de Farrell, oriunda da relação entrada-unitária(*input*)/saída-unitária (*output*), ou múltiplas entradas/saídas, construindo uma escala de eficiência relativa como sendo a razão entre saída-unitária virtual (*output*) e entrada-unitária virtual (*input*) (FARRELL, 1957).

Uma Unidade de Tomada de Decisão ou *Decision Making Units* (DMU) pode ser vista como sendo uma unidade de produção, ou um produtor. Em termos econômicos, um produtor é toda entidade que utiliza insumos para, através de algum mecanismo ou processo, transformar esse insumo em um produto utilizável pelo ser humano. Assim, analogamente pode-se associar uma DMU a diferentes elementos encontrados no mundo real, qualquer entidade onde são empregados recursos materiais e humanos para obtenção de um objetivo pré-estabelecido independentemente se objetiva ou não o lucro. Por exemplo, desprezando as particularidades matemáticas das modelagens de cada caso, uma DMU pode ser um ponto de ônibus, um terminal rodoviário, uma estrada, um posto de cobrança de um pedágio, uma filial bancária, um hospital ou uma escola (AZAMBUJA, 2002).

Existem várias abordagens de utilização da DEA e a seleção de cada uma depende da natureza da tecnologia de produção empregada. A esse respeito pode-se encontrar em AZAMBUJA (2002) maior detalhamento. Em geral, essas abordagens são diferentes entre si quanto a:

- a) Orientação, ou seja, se seu foco gerencial está dirigido para os insumos empregados ou resultados produzidos (orientado-a-insumos, orientado-a-produtos);
- b) Configuração ou estrutura do modelo (Forte, Fraca);
- c) Diversificação e o Retorno de Escala (CRS, VRS, NIRS, NDRS, e outras);
- d) Tipos de medida (medida Radial, medida Não-radial, medida Hiperbólica, e outros).

O nome Análise Envoltória de Dados é devido ao fato de, quando os dados do problema em estudo forem apresentados em um gráfico X-Y, ligando-se os pontos extremos desse gráfico uma linha demarcatória aparece e, os dados restantes ficam internos a essa linha. Essa linha que surge pela união dos pontos do gráfico chama-se Fronteira. Em geral essa linha possui a característica singular de apresentar convexidade, isto é, envolve juntamente com os eixos X e Y os dados restantes do problema que não conseguiram atingir os limites demarcados por essa linha, como visto no gráfico da figura 5. Este gráfico de passageiros/horário *versus* ônibus/horário é composto pelo conjunto de pontos $P = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I\}$ e possui uma Fronteira F representada pela linha que une os pontos extremos A, B, C e D. Essa linha de fronteira é construída a partir da solução de uma seqüência de problemas de programação linear, uma para cada entidade da amostra.

Os pontos internos E, F, G, H e I mantêm uma distância d da fronteira correspondendo a uma medida relativa de diferença de eficiência. A distância d significa o quanto falta para atingir a eficiência máxima. Por outro lado, o grau de ineficiência técnica da cada ponto, a distância entre o ponto de dado observado e a fronteira, é produzido como uma abstração do método de construção da fronteira. Por exemplo, na figura 5 o ponto F' seria onde a DMU F atingiria a máxima eficiência, sendo chamado, portanto, de ponto virtual. As relações OF/OF' e FF'/OF' representam as eficiências relativas, respectivamente a medida de quanto está produtivo e de quanto se precisa para atingir a eficiência de 100%, ou seja, $OF = OF'$.

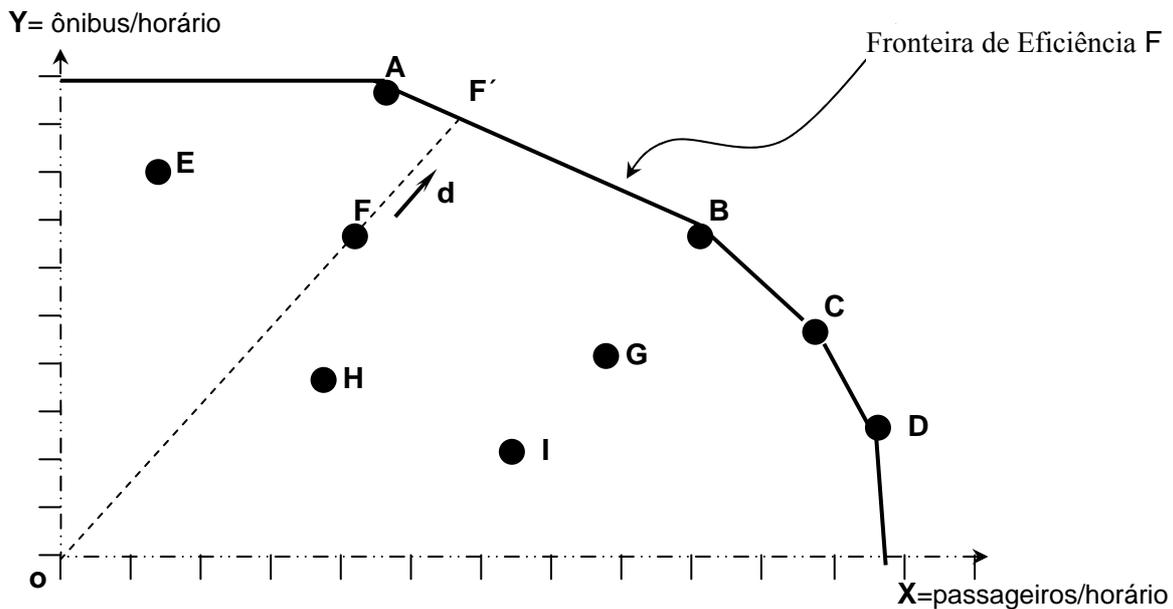


Figura 5. Gráfico dos Terminais segundo horário/passageiros e ônibus

Portanto, a idéia principal da análise é encontrar o melhor produtor virtual P_V , aquele com desempenho ideal, para cada produtor real P_R . Se o produtor virtual for melhor do que o original, produzindo mais saídas com a mesma entrada ou produzindo a mesma saída com menos entrada então o produtor original P_R é conhecido como ineficiente.

O procedimento de achar o melhor produtor virtual pode ser formulado como um programa linear. Isso significa que analisar a eficiência de n produtores é o mesmo que criar n problemas de programação linear.

As abordagens para análise podem ser tanto orientadas à entrada como orientadas à saída. No caso de ser orientada à entrada, o método DEA definirá a fronteira procurando no máximo possível uma redução proporcional nas entradas utilizadas, com os níveis de saída mantidos constantes, para cada DMU. Enquanto que, no caso de orientada à saída, o método DEA procurará maximizar proporcionalmente o incremento da produção, com os níveis de entrada mantidos fixos. Aqui se pode aplicar o conceito de Retorno de Escala, que é o incremento ou decremento da eficiência baseado no tamanho. Por exemplo, um operador pode alcançar certas economias de escala transportando centenas de passageiros ao longo de uma linha ao invés de um passageiro por linha – transportar

um de cada vez é tão difícil quanto transportar vários por vez. Esse é um exemplo de retornos crescentes de escala (ou IRS – *Increasing Returns to Scale*).

Um escore de eficiência técnica terá sempre o mesmo valor de retorno quando for aplicada uma constante tecnológica na medida de retorno de escala (CRS) de uma DMU. Por outro lado, as DMUs terão escores com valores desiguais quando for assumido um retorno de escala variável (VRS) (AZAMBUJA, 2002). É o caso da influência do valor da tarifa na quantidade de passageiros transportados, ou nos custos de transportá-los.

Assim, o operador poderia ter um custo maior ao transportar certo número de passageiros de uma vez por causa de problemas de manutenção dos veículos e limitações no fornecimento de combustível. Esse exemplo de produção ilustra os retornos decrescentes de escala (ou DRS – *Decreasing Returns to Scale*). A Combinação dos dois extremos, IRS e DRS, resulta em outra medida de escala, o retorno de escala variável (ou VRS – *Variable Returns to Scale*) (CHARNES, COOPER et al., 1994).

O conceito de Retornos de Escala Constantes (CRS-*Constant Returns to Scale*) significa que os produtores estão habilitados a tabelar linearmente os insumos (inputs) e a produção sem incrementar ou decrementar a eficiência. Não importa o quanto se consome de insumos e se produz, a eficiência técnica será sempre a mesma.

3.4.3.1. Vantagens da DEA

A DEA pode ser uma ferramenta poderosa quando utilizada de forma genérica. Conhecida como análise de fronteira, as seguintes características que podem torná-la eficaz são:

- . O DEA pode tratar modelos que necessitam de múltiplas entradas e múltiplas saídas;
- . As DMU são diretamente comparadas em relação a um ponto ou combinações de pontos;
- . As variáveis de Entrada e de Saída podem ter unidades muito diferentes. Por exemplo, X1 poderia ser “pessoas transportadas” e X2 poderia ser “unidades de Reais (\$)” sem necessariamente ter uma relação direta entre as duas.

3.4.3.2. Desvantagens da DEA

As mesmas características que tornam a DEA uma ferramenta poderosa podem também criar problemas. As seguintes características são relevantes:

- . Uma vez que a DEA é uma técnica de pontos extremos, um ruído (mesmo um ruído simétrico de média zero) tal como uma medida de erro pode causar problemas significantes alterando o resultado de uma comparação;
- . A DEA é boa para estimar eficiência relativa de uma DMU, mas ela converge muito lentamente para a eficiência absoluta. Em outras palavras, ela pode apresentar o quanto a comparação está sendo bem realizada, mas não compara com um máximo teórico;
- . Uma vez que a formulação padrão da DEA cria um programa linear para cada DMU, grandes problemas podem ser computacionalmente intensivos e demorados de serem resolvidos;

Um bom exemplo da utilização da técnica DEA a um problema de comparação da eficiência técnica em transporte público pode ser encontrado no trabalho de NOVAES (2001).

3.4.4 MAH – Método de Análise Hierárquica

A análise multicritério (*Multi-Criteria Analysis* -MCA) é uma metodologia para a tomada de decisão desenvolvida para problemas complexos. Como descrito por MOREIRA (2000) em situações onde muitos critérios estão envolvidos, tais como no desenvolvimento de projetos envolvendo vários campos de conhecimento, um processo de tomada de decisão bem formado e lógico deve ser adotado. Da mesma forma, pode ser muito difícil obter o consenso generalizado de uma equipe multidisciplinar acerca da solução de algum problema. Usando a MCA os membros da equipe não tem que concordar sobre a importância relativa dos critérios ou opções das alternativas. Utilizando um procedimento padronizado de formular alternativas, escolher critérios e indicadores, avaliar as alternativas segundo os critérios e indicadores escolhidos e, por fim, fazer agregações das avaliações parciais chega-se ao grau de alcance dos objetivos do projeto expressos pelos critérios. Cada membro entra com seu próprio julgamento, e torna-o distinto, identificável e assim as contribuições individuais se somam ao final. Por meio de técnicas de seguir princípios básicos aos problemas, termos bem definidos

e aceitos e mentalidade estruturada, uma hierarquia de indicadores e critérios é construída permitindo observar as variáveis envolvidas de forma mais coerente com o processo de decisão que se quer chegar (SAATY, 1991).

A ferramenta mais utilizada de análise multicritério é o Método de Análise Hierárquica (ou, *Analytic Hierarchy Process* - AHP) desenvolvida na Wharton School of Business por Thomas Saaty e ilustrada na figura 6. O Método de Análise Hierárquica procura reproduzir o raciocínio humano na avaliação comparativa dos elementos de um conjunto, com base na percepção de analistas.

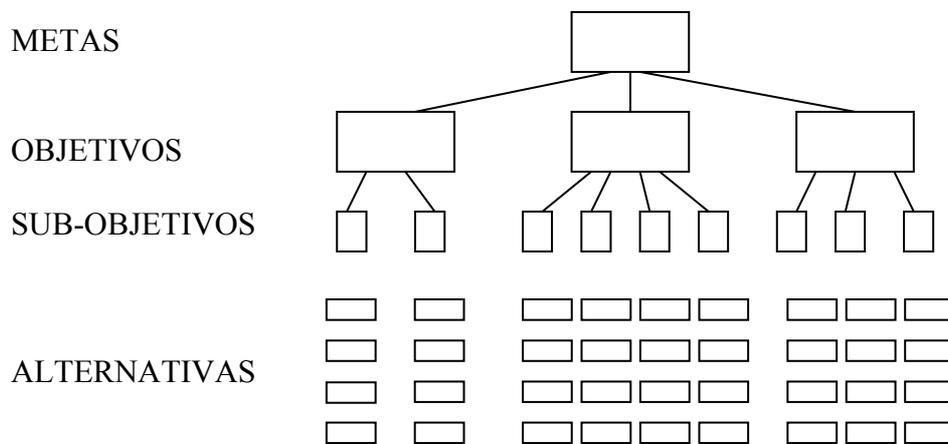


Figura 6. Hierarquia da Decisão (Adaptado de The Analytic Hierarchy Process and Expert Choice - Capítulo 4)

A aplicação do método produz como resultado uma atribuição de pesos numéricos a objetivos e alternativas escolhidos previamente. Isso permite estruturar hierarquicamente os elementos um a um desde o nível mais alto, onde se situa o objetivo geral, até o nível das atividades através das quais se pretende alcançar esses objetivos. A partir dessa estrutura, matrizes de decisão são montadas para comparar os elementos de cada nível.

SAATY (1991) propõe uma escala numérica de ponderação composta pelos números 1, 3, 5, 7 e 9, atribuídos de forma a permitir fazer comparações entre os julgamentos. Essa escala varia conforme o grau de importância do elemento analisado no conjunto, ou uma alternativa em relação à outra, representando aquelas de **igual importância**, **pequena dominância**, **grande dominância** e **dominância absoluta**. Os valores intermediários

servem como recurso de ponderação para uma condição de compromisso entre duas definições de alternativas.

No trabalho de PEREIRA (2001) sobre a avaliação de desempenho operacional do transporte público realizado pelas operadoras na cidade de Fortaleza no Ceará, além do Modelo Multicritério foi utilizado um *software* de análise multicritério para facilitar nas tarefas de levantamento e organização dos dados.

3.4.5 BSC – *Balanced ScoreCard*

O desenvolvimento da ferramenta *Balanced Scorecard* ocorreu dentro do grupo de estudos criado em 1990 com o nome “Medindo a performance nas organizações do futuro”. David Norton era o presidente e Robert Kaplan o consultor acadêmico. A partir da publicação em 1992 do artigo “*The Balanced Scorecard – measures that drive performance*” na *Harvard Business Review*, Norton e Kaplan consolidaram a ferramenta nos meios empresariais e acadêmicos.

A finalidade do *Balanced Scorecard* é desenvolver um conjunto de medidas de desempenho, com indicadores oriundos de diversas áreas simultaneamente de uma organização. O BSC se constitui num sistema gerencial capaz de canalizar as energias, habilidades e os conhecimentos de indivíduos dos mais diversos setores da organização com o objetivo de realizar metas estratégicas. Dessa forma, permite que a organização alinhe todos os seus recursos financeiros, materiais e humanos com o seu planejamento estratégico, utilizando um conjunto de planos de ação cuja implementação pode levar ao alcance dos objetivos traçados em termos de estratégia – programas – indicadores, desdobrando a estratégia em perspectivas que privilegiam as definições dos Objetivos, Indicadores, Metas e Programas (KAPLAN & NORTON, 1997).

Algumas empresas brasileiras apelidaram o *Balanced Scorecard* (BSC) de “painel de bordo”, ou seja, um sistema de avaliação de desempenho empresarial que vai além dos indicadores financeiros tradicionais reconhecendo que são insuficientes para avaliarem a performance de uma organização. Assim as medições financeiras são complementadas com avaliações sobre o cliente, identificando os processos internos que devem ser aprimorados e analisando as possibilidades de aprendizado e crescimento da empresa,

assim como os investimentos em recursos humanos, sistemas e capacitação que poderão mudar substancialmente todas as atividades.

Em vez de apenas registrar o desempenho passado da organização, o BSC oferece uma visão sobre o futuro e, ao estabelecer a correlação entre as diversas categorias de *performance*, ele indica também o que fazer e como chegar lá.

O BSC deve ser visto, não como um sistema de medidas táticas ou operacionais, mas como um sistema de gestão estratégica de longo prazo. Seus objetivos e medidas derivam da missão e estratégia de uma unidade de negócios e devem se traduzir em objetivos e medidas tangíveis, que representam um equilíbrio entre indicadores externos voltados para acionistas e clientes, e as medidas internas dos processos críticos de negócios, inovação, aprendizado e crescimento.

Os objetivos e medidas focalizam o desempenho organizacional sob quatro perspectivas: financeira, do cliente, dos processos internos e de aprendizado e crescimento. Sua implementação não deve ser nem a busca dos melhores indicadores nem um exercício de *benchmarking* para saber o que a concorrência está medindo em seus *Scorecards* (NORREKLIT, 2000). Em primeiro lugar o processo de construção deve avaliar o ambiente competitivo conhecendo as preferências e segmentos dos clientes. Isso permite criar uma estratégia capaz de gerar desempenho financeiro com base no equilíbrio entre crescimento e produtividade crescentes. Outro aspecto de relevância é a identificação dos processos de negócio críticos para o cumprimento das propostas de valor e para a realização dos objetivos financeiros traçados. A gestão de pessoas deve procurar desenvolver as habilidades, competências e estímulos necessários ao cumprimento das metas. A tecnologia da informação deve ser uma aliada na criação de base de dados e adoção de tecnologias imprescindíveis à obtenção da excelência dos processos internos e do fornecimento de valor para os clientes.

3.4.6 KPI - Indicadores-Chave de Desempenho

Indicadores-chave de desempenho, ou *KPI - Key performance indicators*, é um conjunto de critérios quantificáveis que uma companhia ou indústria utiliza para medir ou comparar se o seu desempenho está adequado às suas metas estratégicas e operacionais

traçadas. As medidas KPIs variam entre indústrias e companhias dependendo de suas prioridades ou critérios de desempenho. É referida também como Indicadores-chave de Sucesso, em inglês *KSI-Key Success Indicators*.

Os indicadores KPI (*Key Performance Indicators*) são métricas financeiras e não-financeiras usadas para quantificar objetivos de maneira a refletirem o desempenho estratégico de uma organização. Os KPIs são usados em Inteligência de Negócios para avaliar o estado presente dos mesmos e indicar um curso de ação (PARMENTER, 2007).

Os KPIs são usados no nível estratégico da organização para atribuir valores e proporcionar um sistema de medição para atividades que são difíceis de quantificar como por exemplo o benefício da liderança, serviços, satisfação do cliente, comprometimento do funcionário. O *Balanced Score Card* é um exemplo de técnica de KPI utilizada nas empresas.

Ainda segundo PARMENTER (2007), os KPIs diferem dependendo da natureza da organização, de suas estratégias específicas, das suas metas e em relação às ações de seus dirigentes. Os KPIs auxiliam uma organização a medir o progresso das suas metas organizacionais em relação aos processos de difícil quantificação.

É necessário para a organização identificar o conjunto mínimo de KPIs representativos da sua estrutura de negócios. Os itens principais para identificá-los são:

- 1) Ter um processo de negócio pré-definido, com todos os custos dos recursos humanos e materiais envolvidos nos fluxos de procedimentos dimensionados em termos de prazos de cada fase do negócio e retornos financeiros;
- 2) Ter os requisitos de performance e as metas empresariais claramente definidas para os processos de negócios;
- 3) Ter a mensuração qualitativa e quantitativa dos resultados alcançados em um período e a comparação destes com o conjunto de metas definidas; e,
- 4) Ter pesquisado as variações e os processos mais críticos e os recursos que permitem alcançar as metas de curto-prazo.

Para identificar os candidatos a indicadores-chave, PARMENTER (2007) e FAVELL (2004) sugerem montar tabelas ou listas utilizando o acrônimo SMART (em português ESPERTO), que significa:

- 1) **Specific** – Específico, característica de que um indicador deve aplicar-se a um único caso onde as metas e os métodos seja claramente definidos;
- 2) **Measurable** – Mensurável, um indicador dever ser objetivo e possuir características que permitam extrair medidas quantificáveis;
- 3) **Achievable** – Alcançável, um indicador deve ser humanamente possível e empregar todos os recursos necessários para o alcance das metas;
- 4) **Realistic** ou **Relevant** – Realística ou Relevante, a definição das metas e respectivos indicadores devem estar de acordo com o ambiente da organização, independente dos três critérios anteriores; e,
- 5) **Timely** - Temporizável, os critérios de identificação e definição dos indicadores devem considerar os prazos, o tempo de cada tarefa, os tempos empresariais de custos obrigatórios como os tributários e obrigações trabalhistas, além dos prazos do retorno de capital e das vendas.

Pode-se caracterizar os *Key Performance Indicators* como um conjunto mínimo de valores essenciais estruturados por área de negócios de uma organização e utilizados para representar o estado atual da gestão de cada uma dessas áreas. A medição e o acompanhamento periódicos de cada indicador fornecem à empresa condições de avaliar o desempenho no contexto da concorrência e do seu setor econômico de atuação.

4.0 Simulação

4.1 Considerações Iniciais

Em geral procura-se definir primeiro o que significa simulação. Escapa ao escopo dessa dissertação discutir as diversas definições existentes, dentre as quais podem ser encontradas em (ARSHAM, 2000) (CYBIS et al., 2002) (GONÇALVES, 1996) (LAW & KELTON, 1982) (SALIBY, 1989).

Neste trabalho, entende-se que uma simulação tem, por objetivo, fornecer recursos que facilitem a análise e a avaliação do comportamento de um sistema ou modelo proposto. Contudo, para simular é necessário definir o que se deseja, quais os tipos de saídas que deverão ser geradas e o que fazer com essas saídas. Essas saídas compreendem os resultados, que serão posteriormente analisados. As análises permitem concluir sobre o comportamento do sistema ou modelo. A definição dos tipos de resultados gerados por um simulador influencia em sua modelagem ou construção. Não é necessário que um simulador implemente todos os módulos de um sistema para que gere resultados consistentes. Entretanto, o simulador deve implementar todos os módulos do sistema que influenciam na geração dos resultados esperados.(INPE, 1988) (SALIBY, 1989)

Para definir os resultados esperados de um simulador deve-se conhecer sobre seus eventos. Além disso, é necessário conhecer-se as métricas adequadas para cada evento.

As pesquisas revelaram que ainda são escassas as implementações de Modelos de Simulação para analisarem as atividades dos Terminais Rodoviários de Passageiros (GONÇALVES, 1986;1996). Mesmo os modelos existentes para estações ou terminais de outros modos de transporte, geralmente envolvem uma significativa entrada manual de dados, ou são limitados para representarem movimentos multidirecionais complexos das pessoas, geralmente não sendo relacionados a terminais rodoviários de passageiros como se vê em (DANTAS, 1983)(D'AGOSTO, 1999).

O TCQSM (Transit Capacity and Quality of Service Manual, na Parte 7 sobre Paradas, Estações e Capacidade de Terminais, 2000) aponta duas abordagens possíveis para

analisar a movimentação de pessoas dentro de Terminais. Na primeira as pessoas são designadas a espaços discretos de passageiros no qual podem transitar, como definido pelo analista. Uma análise espaço-tempo é então realizada, para cada espaço discreto, baseada no número de pedestres passando através desse espaço e suas atividades dentro de cada espaço. A segunda abordagem utiliza os métodos de micro-simulação para acompanhar os movimentos individuais dos pedestres, e analisar o congestionamento e as filas formadas.

Uma abordagem recente foi desenvolvida para análises de evacuação onde os pedestres possuem um propósito único, mas ainda não foram aplicadas com sucesso a casos gerais de circulação (TCQSM, 2003).

Para o problema da análise do desempenho operacional da Gestão de Terminais Rodoviários de Passageiros vários aspectos devem ser considerados, desde a circulação das pessoas até o retorno do capital investido na sua implantação.

O uso de modelos de simulação é indicado quando abordagens analíticas não são satisfatoriamente apropriadas para avaliarem o problema (LAW, 1982) (ARSHAM, 2000) (MEDEIROS, 1998). Os modelos de simulação apresentam vantagens potenciais, tais como:

- São apropriados para avaliar situações novas, inexistentes.
- Permitem avaliar a importância relativa das variáveis no processo, e como elas se relacionam.
- Permitem avaliar políticas no modo “*off-line*”, em alternativa à prática de tentativa e erro “*on-line*”.
- Provem informações em seqüência temporal e espacial, não apenas valores médios e variâncias.
- Permitem estudar o sistema em tempo real, acelerado ou desacelerado.
- Permitem avaliar experimentos sobre sistemas inseguros sem oferecer risco aos usuários.
- Permitem quantificar os padrões referenciais para comparação de cenários alternativos.
- Permitem avaliar os efeitos decorrentes de mudanças na operação de um sistema.

Por outro lado, existem restrições e limitações na modelagem através de simulação que devem ser consideradas:

- Pode haver alternativas mais fáceis para resolver o problema. É importante que o analista considere outros recursos de análise alternativos.
- Simulação consome tempos extensos e custa caro.
- Modelos de simulação exigem volumes de dados significativos. Muitos desses constituem-se em informações de difícil obtenção ou apropriação.
- Os modelos de simulação possuem calibração e validação complexas. Se as etapas forem deficientes, o modelo é inútil.
- A aplicação de modelos de simulação requer domínio sobre uma ampla variedade de conhecimentos que inclui: teoria de fluxo, programação e operação computacional, probabilidade, estatística, e tomada de decisão.
- Simulação só é viável quando o sistema avaliado é profundamente compreendido.
- O uso de modelos de simulação exige compreensão, além dos dados e parâmetros de saída, dos processos de estimação intermediários. Também é importante conhecer as limitações e hipóteses dos modelos.

4.2 Tipologia dos Modelos de Simulação

Os modelos de simulação podem prever o desempenho de um sistema através de representações das interações temporais e espaciais entre os componentes do sistema. De modo geral podem ser classificados em modelos Empíricos e Modelos Analíticos.

Os modelos empíricos estimam o desempenho de sistemas baseados em relações matemáticas formuladas através de análises estatísticas, como análises de regressões aplicadas a dados observados em campo.

Modelos analíticos calculam o desempenho do sistema usando as relações entre seus componentes desenvolvidas através de considerações teóricas, tais como a teoria de filas determinísticas ou probabilísticas, calibradas e validadas com os dados de campo. (ARSHAM, 2000)

A operacionalização dos modelos de simulação é caracterizada pela fundamentação teórica, pela matemática utilizada e pela lógica estrutural do modelo. A esse respeito

ZEIGLER (1976) propõem uma classificação para distinguir os modelos formais de simulação em cinco dimensões:

1) Tempo Contínuo *versus* Tempo Discreto

Modelos de Tempo Contínuo são modelos cujo relógio da simulação é incrementado em unidades de tempo infinitesimais.

Modelos de Tempo Discreto são modelos cujo relógio da simulação é incrementado em unidades de tempo inteiras;

2) Estado discreto *versus* Estado Contínuo

Modelos de estado Discreto são modelos que contém variáveis de estado discretas e

Modelos de estado Contínuo são modelos que contém variáveis de estado contínuas.

Modelos de estado Híbrido são modelos que contém os dois tipos de variáveis;

3) Modelo Determinístico *versus* Modelo Não-Determinístico

Modelos Determinísticos não contém variáveis aleatórias e Modelos não-determinísticos ou estocásticos possuem pelo menos uma variável aleatória;

4) Modelo Autônomo *versus* Modelo Não-Autônomo

Modelos que estão completamente isolados das influências de seu ambiente são considerados como Autônomos. Por outro lado, um modelo é não-autônomo quando requer estímulos externos para realizar a simulação;

5) Variante no Tempo *versus* Invariante no Tempo

Essa última dimensão refere-se à questão se o modelo se altera durante o tempo de simulação. Se as regras de interação mudam durante o tempo de simulação então é considerado um modelo variante no tempo. Se a regra de interação não muda durante o tempo de simulação, então é considerado um modelo invariante no tempo.

Ademais, dependendo do nível de agregação com que os dados são tratados, podem ser classificados em microscópicos, mesoscópicos e macroscópicos.

Modelos de simulação macroscópicos tratam o problema com baixo nível de detalhamento. O problema é representado como uma entidade única, e o sistema é descrito através de relações gerais, tais como densidade populacional de uma região, quantidade de viagens entre dois pontos sem considerar a quantidade de linhas ou ônibus, quantidade de banheiros sem considerar como são utilizados diariamente, ou mesmo a totalidade de passagens vendidas desconsiderando para quais linhas e horários.

Modelos microscópicos, por sua vez, descrevem tanto as entidades do sistema como suas interações através de um alto nível de detalhamento. Cada entidade é individualmente representada, e suas interações com as demais são explicitamente avaliadas. Nesse caso, quando são avaliadas as passagens vendidas, são consideradas as linhas, os horários e a demanda em cada linha e horário, com o objetivo, por exemplo, de se saber como se comportam as vendas em períodos de pico.

Os modelos mesoscópicos apresentam características mistas, constituindo um nível intermediário de agregação de variáveis. Representam ou as entidades, ou suas interações de forma agregada, porém preservam, em algum desses aspectos, um nível expressivo de detalhamento. Esse é o modelo do SIMTERP, pelo fato de alguns aspectos macro e micro das atividades do Terminal terem sido considerados na sua formulação.

A classificação em relação à escala temporal descreve como os fenômenos modelados estão vinculados ao tempo.

Modelos estáticos representam uma condição fixa que corresponde a um instante específico, ou ao comportamento médio ao longo do período de análise e ignoram os diversos estados do sistema assumidos ao longo do tempo.

Os modelos dinâmicos consideram o tempo uma importante variável independente no fenômeno modelado. Assim, as mudanças de estado que o sistema sofre, ao longo do tempo, são avaliadas em função do tempo em que ocorrem essas mudanças.

Modelos discretos descrevem as mudanças no sistema apenas em instantes isolados de tempo. Dessa forma, assumem que mudanças de estado no sistema ocorram abruptamente em instantes de tempo afastados.

Modelos contínuos tratam as mudanças do sistema, ao longo do tempo, como um fenômeno contínuo. Assim, descrevem como o estado do sistema se altera continuamente através do tempo em resposta a estímulos contínuos.

Qualquer elemento que muda de estado no sistema modelado é definido como evento. Podemos modelar o sistema numa sucessão de estados distintos, evento a evento ou ainda, com base no tempo discretizando segundo a segundo.

Muitos eventos em um Terminal estão associados a processos onde os efeitos da variabilidade aleatória são importantes. Destino das viagens ou o uso de uma facilidade como os banheiros, são exemplos.

Os modelos determinísticos desprezam a variabilidade aleatória. Desse modo, as variáveis de entrada e saída assumem valores médios e agregados. Em modelagem determinística, um dado de entrada vai sempre produzir o mesmo parâmetro de saída, por exemplo, o número de sanitários não varia ao longo do tempo e determina o número de usuários que pode utilizar simultaneamente essas instalações.

Em modelagem estocástica, os resultados são estimados através de variáveis aleatórias. Uma variável aleatória pode ser representada através de um valor que é associado a uma função de probabilidades. Nessa função colocamos também a medida de variabilidade que vai delimitar a ocorrência da variável aleatória (SALIBY, 1989). A modelagem estocástica é utilizada para representar a incerteza de um processo ou para expressar, na forma de distribuições estatísticas, o efeito de uma variável aleatória nos parâmetros de saída. Os métodos estocásticos são largamente utilizados em modelos de simulação de transportes, em sua maioria na Engenharia de Tráfego (LIEBERMAN e RATHI, 1997) (CYBIS *et al.*, 2004) (CYBIS *et al.*, 2002) (D'AGOSTO, 1999).

O modelo de simulação SIMTERP para obtenção de dados para a avaliação de desempenho operacional considera que existem vários cenários prováveis. A concepção de cada cenário envolve a escolha e a definição dos elementos contemplados na modelagem: delimitação das funcionalidades para estudo, definição do período de análise, e seleção do tamanho e do tipo do Terminal representado. O critério básico para seleção dos elementos funcionais representados é adaptativo. Ou seja, um elemento será incluído na modelagem se a sua presença for significativa para a análise do desempenho do Terminal.

4.3 Levantamento e codificação de dados

O levantamento de dados deve ser feito para caracterizar o ambiente estudado, subsidiando com informações necessárias às etapas de codificação, calibração e validação do modelo.

As fontes de informações envolvem observações em campo utilizando o questionário do Anexo 6, levantamento das plantas existentes e relatórios sobre viagens geradas no terminal, e a programação operacional das viagens registradas nos órgãos responsáveis. Quando as coletas em campo forem limitadas por questões de viabilidade e custo, é preferível utilizar valores referenciais relacionados na bibliografia ou valores *default* dos parâmetros dos modelos.

Certamente, à medida que diminui o nível de agregação da modelagem, aumenta o volume de informações necessárias. A diversidade de dados exigidos em estudos de modelagem acompanha a diversidade de modelos disponíveis. Assim, os dados de entrada e os objetivos do sistema devem ser bem caracterizados (ARAÚJO, 2003).

4.4 Calibração e validação de modelos

A confiabilidade de qualquer simulador depende da sua habilidade em produzir resultados próximos à realidade sem, no entanto, imitá-la. A maioria das variáveis de entrada usada em modelos de simulação é de difícil medição em campo, porém podem ter substancial efeito no desempenho do modelo.

Enquanto que os modelos sugerem valores *defaults* que geralmente representam condições médias para parâmetros particulares, é responsabilidade do analista quantificar valores em faixas consistentes com a realidade de campo.

A calibração é o processo de ajustar dados e parâmetros de entrada em um modelo de modo a gerar uma melhor equivalência entre resultados da simulação e o mundo real. Iterativamente o operador ajusta os parâmetros do modelo até que os resultados estimados se apresentem equivalentes às observações de campo (ARSHAM, 2000).

A validação se ocupa de apresentar medidas quantitativas de consistência entre a previsão do modelo e medições do mundo real. Na prática, o analista valida um modelo comparando os parâmetros estimados com as medições de campo (ARSHAM, 2000).

A validação operacional faz uso de testes estatísticos como a comparação de médias assumindo-se distribuição normal, onde para a população de médias define-se um intervalo de confiança. Outras análises estatísticas utilizadas envolvem séries temporais, e análises de variâncias (SALIBY, 1989).

A etapa de calibração é executada alternadamente com a etapa de validação, até que o modelo atinja um desempenho considerado satisfatório. Assim, os parâmetros em calibração são ajustados e os resultados estimados pelo modelo são comparados com os referenciais de validação, até que a equivalência seja considerada satisfatória.

O propósito do modelo determina o tipo e o nível de detalhe das informações de campo a serem comparadas com os parâmetros de saída. Em modelos macroscópicos, as informações para subsidiar a etapa de validação e calibração são parâmetros agregados que se referem às variáveis estruturais ou de conjuntura econômica.

Em modelos microscópicos, a diversidade de informações que pode ser utilizada é mais ampla. Além dos parâmetros agregados utilizados pelos modelos macroscópicos, também podem ser adotadas informações que caracterizam a natureza microscópica do problema. Esse maior detalhamento torna o processo de validação e calibração em modelos microscópicos mais complexos que em modelos macroscópicos e mesoscópicos por envolver mais variáveis, maior volume de dados, e consumir mais tempo.

4.5 Análises de sensibilidade

As análises de sensibilidade são conduzidas de modo a permitir um melhor entendimento sobre a modelagem. Tais análises pressupõem alterar valores de um dado de entrada em particular, e avaliar o respectivo impacto nos parâmetros de saída de interesse. (SALIBY, 1989)

As análises de sensibilidade podem ser realizadas de duas maneiras diferentes:

- a) mudando-se valores de parâmetros; modificando-se o porte do Terminal, por exemplo conforme os valores vistos na Tabela 1; ou,
- b) mudando-se a tabela de horários oferecida pelas operadoras do Terminal, como por exemplo, mudando-se os tempos de partidas e chegadas.

Em modelagem de simulação microscópica e estocástica, o processo de análise de sensibilidade consome grande quantidade de tempo, pois exige múltiplas rodadas. Análises de sensibilidade são amplamente utilizadas na etapa de calibração de modelos, uma vez que permitem avaliar o impacto dos parâmetros ajustados nas variáveis de saída que orientam o processo (SALIBY, 1989).

Na etapa de avaliação dos resultados da modelagem, as análises de sensibilidade permitem identificar valores limite dos dados de entrada associados a uma condição específica do Terminal, como por exemplo, o nível de saturação do Setor de Embarque/Desembarque. Assim, quando da comparação de cenários, as análises de sensibilidade ajudam a identificar a faixa de dados de entrada associada a um determinado resultado.

4.6 Considerações finais

O uso de modelos de simulação para analisar fenômenos, cuja complexidade impede a tomada de decisão em situações favoráveis de êxito, justifica seu emprego. Os custos envolvidos no levantamento e posterior tratamento de dados de tais fenômenos representam um óbice que inviabiliza as pesquisas para o conhecimento de seus mecanismos de funcionamento. A partir da segunda metade do Século XX com o desenvolvimento dos computadores digitais de maior capacidade de processamento e de menores custos, pesquisas antes consideradas difíceis de serem realizadas em áreas como petróleo, aeronáutica, engenharias e medicina, ganharam força para continuarem evoluindo em seus campos de estudo. Uma das ferramentas de análise e apoio à decisão que se beneficiou do desenvolvimento dos computadores digitais foi a simulação. Novos e mais complexos modelos de simulação foram desenvolvidos para áreas antes não contempladas com seus benefícios. Uma dessas áreas foi a da engenharia social, ou modelagem sociológica. Uma outra área de mesma importância e dimensão foi a da

modelagem ambiental e meteorologia, nas áreas de estudos de sistemas dinâmicos e da pesquisa em sistemas cognitivos.

Os estudos nos vários setores da engenharia de transportes utilizando simulações ainda são tímidos no Brasil, embora seu uso já conte com algumas décadas. Mesmo assim, a utilização de pacotes de software de simulação é mais difundida, o que mantém alguns setores na dependência tecnológica por um lado, mas por outro promove o desenvolvimento de soluções independentes contemplando as particularidades de cada setor.

5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade

5.1 Considerações Iniciais

As principais características de um sistema de avaliação desempenho surgem no estabelecimento de metas e nas formas de medição dos resultados. O trabalho sobre indicadores da qualidade e de desempenho de TAKASHINA e FLORES (1996) corrobora essa assertiva. Todos os membros de uma organização, da direção até os escalões mais operacionais, devem estar comprometidos em alcançar os níveis definidos de excelência e qualidade. A maneira de gerenciar os resultados quer fazendo uso de tecnologia da informação ou de controles manuais, vai determinar o sucesso da adoção de critérios e indicadores de desempenho. Assim, os sistemas de mensuração do desempenho são etapas principais para a avaliação da qualidade das organizações (NAJMI, 2001).

MÜLLER (2003) observa que toda a avaliação de desempenho é realizada considerando os processos. A partir da compreensão do funcionamento dos processos organizacionais pode-se implementar políticas de monitoramento para acompanhar o andamento das tarefas de cada setor sob avaliação.

Por outro lado, todas as formas de medição com o objetivo de acompanhar o desempenho de sistemas podem levar a resultados imprecisos e vagos. Segundo Bourne e Neely uma vez que nenhum sistema é perfeito, pode-se esperar uma taxa de erro nos resultados da avaliação de desempenho que seja tolerável e não comprometa as medições como um todo (NEELY, 2000).

Para ORTÚZAR e WILLUMSEN (1990) a modelagem de sistemas de transportes deve contemplar o monitoramento constante dos dados sobre demanda e oferta. Esses dados são agrupados e categorizados obedecendo a critérios de desempenho, previamente analisados quando o sistema foi projetado. Assim, devem ser realizadas pesquisas exaustivas sobre comportamentos e preferências com o objetivo de caracterizar bem cada critério de análise a ser adotado (ETTEMA, 1997).

Essa foi a posição de Meersman, Eddy e Thierry da Universidade de Antuérpia quando realizaram as pesquisas para descobrirem os elementos principais que caracterizam os indicadores de desempenho de um sistema de transportes (MEERSMAN, 2004).

Partindo dos efeitos do transporte rodoviário de passageiros no sistema de transportes público, MURALHA (1990) analisou as características principais desse modo de transporte para descobrir os critérios definidores, os determinantes e os delimitadores que intervêm nos níveis de serviços oferecidos.

Já Ferreira, Orrico Filho e Santos partiram do ponto de vista do usuário e do traçado das linhas de longa distância para analisar o desempenho de serviços de transporte público por ônibus. As componentes psicológicas da viagem e operacionais dos operadores são determinantes para a qualidade do serviço (FERREIRA, 2002).

Fornecendo subsídios para o levantamento de critérios macro econômicos de mensuração de indicadores de desempenho, MONTEIRO DE BARROS (2001) considerou de forma mais abrangente que, dentre outros aspectos, as condições da infraestrutura existentes e os modos de deslocamento regionais são determinantes para a qualidade do transporte.

Portanto, constata-se que existe uma preocupação em descobrir os indicadores e as unidades de medida que caracterizam o funcionamento de um sistema. Considerando que todo processo possui um nível de organização que o caracteriza como um sistema. Nesse capítulo serão apresentados indicadores e as fórmulas dos índices que servirão para avaliarem o desempenho da gestão dos terminais rodoviários de passageiros.

5.2 Metodologia empregada

5.2.1 Abordagem do problema

Segundo as análises realizadas por MAGRI e ALVES (2003) em terminais aeroportuários para avaliar a qualidade do serviço, existe a necessidade de realização de pesquisas periódicas de satisfação do usuário com o objetivo de melhorar o serviço oferecido. Transpondo os requisitos de qualidade aplicados aos terminais aeroportuários para os terminais rodoviários de passageiros constata-se que essa necessidade é urgente.

Ainda que essa comparação seja válida somente para alguns aspectos operacionais, uma vez que cada instalação possui características próprias, segundo MORLOK (1978) as analogias feitas entre desempenhos de diferentes modos contribuem para refinar a percepção da realidade do sistema de transporte em estudo.

Conforme descrito no Capítulo 1, o objetivo principal dessa dissertação é o de investigar as práticas de gestão dos terminais de transportes rodoviários intermunicipais de passageiros para descobrir onde e como melhorar a qualidade do serviço oferecido. Dessa forma, somente as medidas que impactam diretamente o funcionamento do terminal devem ser consideradas em um primeiro momento.

Como se depreende do referido capítulo, a principal hipótese a ser respondida é se essas medidas escolhidas são válidas para tomar decisões que proporcionem um nível de serviço de melhor qualidade para o usuário.

Isto posto, o processo de descobrir medidas de efetividade deve considerar que, embora seja um equipamento do sistema de transporte público de passageiros, os terminais são também empreendimentos de um singular tipo de pólo gerador de viagens (PORTUGAL & GOLDNER, 2003) (KNEIB, 2004). Ao mesmo tempo em que estão inseridos no desenho urbano das cidades, algumas vezes fora dos centros, mas impactando o fluxo de mobilidade, fazem parte do sistema de transportes diferentemente de outros pólos como os serviços públicos de salvamento e coleta de lixo, cinemas e *shopping centers*. Constituem-se em pontos de convergência e irradiação de passageiros e veículos que, uma vez interligados, representam os nós de uma rede de distribuição de viagens proporcionando acesso à população ao sistema multimodal de transportes.

5.2.2 Pesquisa de Dados

Até o momento da confecção dessa dissertação, as informações necessárias para o levantamento dos indicadores principais sobre a gestão de terminais foram conseguidas minerando dados secundários, ou seja, através da pesquisa na bibliografia especializada do setor e órgãos oficiais de Governo (vide ANEXOS 3, 5 e 7). Pelo fato da pesquisa de campo ser dispendiosa, a estratégia para obter dados primários foi utilizar um

simulador, o que, segundo MOTTA (1991), se constitui em uma prática válida na gestão de corporações mais complexas; portanto adequada ao estudo proposto. Para tanto, um modelo de simulação foi desenvolvido, apresentado no Capítulo 6, contemplando as características principais de um terminal rodoviário intermunicipal de passageiros.

A Análise dos dados levantados pouco revelou sobre a temporalidade das medidas obtidas no que diz respeito à regularidade de ocorrências. Como se depreende das tabelas 7, 7a e 8 são marcantes a sazonalidade da demanda, constituindo-se em alto fator de risco para os investimentos em equipamentos e melhorias do sistema tanto por parte das operadoras como pelo Governo.

Assim, mesmo que essas medidas sejam oriundas de dados extraídos de forma direta ou indireta, sejam dados discretos ou contínuos com perfil determinístico ou probabilístico, as informações de natureza econômica, social e administrativa devem estar presentes. PARMENTER (2007) sugere que os indicadores devem ser simples na forma, mas representarem quando utilizados o que é mais importante para a organização, segundo a visão de seus administradores e especialistas.

5.2.3 Critérios para escolha de Indicadores de Desempenho

A complexidade na análise de desempenho da gestão dos terminais rodoviários de passageiros cresce em função da escassez de dados do setor e sugere uma abordagem centrada nas preferências e tendências de usuários e operadores. Essa abordagem, como visto no trabalho sobre usuários de BANDEIRA e CORREIA (2007) para terminais aeroviários, contribui para reduzir custos redirecionando investimentos, além de aumentar o nível de qualidade real do serviço. Entender o comportamento dos usuários, a sua percepção do nível de serviço, diminui gastos desnecessários na implementação de políticas gerenciais e aumenta a lucratividade, a qualidade dos serviços e a sua satisfação. Portanto, não adianta ter um excelente desempenho segundo um conjunto de indicadores bem modelados se o usuário não der o correspondente valor.

Indicadores representativos requerem critérios nem sempre objetivos, sendo algumas vezes nebulosos e imprecisos. Segundo MENDOZA (1999), um indicador é qualquer variável ou componente de um sistema utilizado para inferir o *status* de um determinado

Critério. Indicadores representam um agregado de um ou mais elementos de dados com certos relacionamentos estabelecidos entre si. Na mesma rota, o autor aborda o conceito de Critério como sendo um princípio ou padrão pelo qual alguma coisa é julgada. Pode ser visto como algo que adiciona significado e operacionalidade a um princípio sem o mesmo ser uma medida direta de desempenho.

Assim, pode-se ter um indicador que representa tanto um atributo de conforto, de difícil mensuração quanto ser facilmente mensurável, tais como a metragem do espaço interno de circulação dos usuários. Enquanto considerado como preferência pessoal o critério de conforto é impreciso, mas a medida de passageiros por metro quadrado é objetiva e facilmente mensurável.

Os indicadores das instalações dizem respeito aos aspectos físicos, às dependências utilizadas pelos usuários, operadores e veículos, pessoal interno e externo. Alguns desses indicadores são:

- a) quantidade de plataformas de embarque e desembarque;
- b) quantidade de banheiros, com o quantitativo de sanitários;
- c) quantidade de guichês com o quantitativo de operadores;
- d) metragem da área de circulação, espera e alimentação;
- e) quantidade de lojas e quiosques;
- f) quantidade de pavimentos e capacidade do estacionamento;
- g) quantidade de portas de entrada e saída;
- h) quantidade de salas da administração;
- i) consumo de água;
- j) consumo de energia elétrica;
- k) telefones públicos instalados;
- l) número de funcionários da instalação, terceirizados e das lojas; e,
- m) quantidade de computadores e aparelhos eletro-eletrônicos.

Em relação aos serviços prestados, a capacidade ofertada de viagens é um dos indicadores objetivos, sendo os outros:

- a) quantidade de linhas;
- b) quantidade de operadores;
- c) quantidade de horários;

- d) quantidade de ônibus;
- e) quantidade de funcionários dos operadores; e,
- f) quantidades de lugares ofertados, por operador e total.

Outros indicadores poderão ser encontrados dependendo do refinamento da análise, entretanto, o nível de abstração aumentará na medida em que se considerar fatores cada vez mais intangíveis. Isto é especialmente verdade com os indicadores sobre a gerência do terminal e das viagens. Fatores da administração como a contabilidade e o controle de receitas e despesas variarão conforme o porte, o tipo de contrato firmado para a operação e a localização do terminal.

O critério da subdivisão dos indicadores em categorias permite ordenar os dados e, como resultado das relações estabelecidas entre esses indicadores, formar índices. Esses índices informarão à organização como estão suas operações e o que fazer para melhorar a gestão. Serve como um monitor de controle que constantemente deve ser observado.

Vista isoladamente a operação de um Terminal envolve a manutenção, e algumas vezes a criação, de inúmeras dependências em função das necessidades da oferta e da demanda (MESQUITA, 1981). Ademais, os operadores, linhas e horários e a oferta de serviços secundários tais como lanchonetes e bares, demandam da administração controle constante. No conjunto dos terminais rodoviários intermunicipais, visto como um sistema de interligação cidade-cidade, alguns fatores são comuns fazendo com que a análise de desempenho realizada em um inclua aspectos de outro. Dessa forma, critérios como conforto, segurança, pontualidade e informação são encontrados em todos eles.

As preocupações com a infra-estrutura, com os métodos que estão sendo utilizados na gerência do terminal e quais os tipos de controles para despesas e receitas que foram adotados, se contratualmente ou não, são comuns a todos os terminais, variando em complexidade somente em relação ao porte.

O gerenciamento tanto das viagens como também dos aspectos referentes à geração dessas viagens tais como localização das zonas de tráfego em relação às áreas centrais e periféricas, padrões de uso do solo e características sócio-econômicas da população

poderão constituir elementos que variem em diferentes regiões, entretanto recebem tratamentos administrativos similares.

O tratamento legal dos terminais recebe amparo na legislação federal, em sua maioria nos aspectos referentes à tributação, regime concessão ou permissão e trabalhista praticada pela iniciativa privada. Na esfera estadual um conjunto de normas próprias de cada Estado é aplicado ao funcionamento dos terminais e no nível municipal alguns aspectos legais como licença de zoneamento, alvarás e impostos incidem também na dinâmica gerencial (ANTT, 2002).

Portanto, da análise dos fatores pesquisados, que compõem a gestão de um terminal rodoviário de passageiros, pode-se concluir que cinco categorias representam a totalidade dos aspectos levantados por essa dissertação:

- 1) Infra-Estrutura - IE
- 2) Gerência do Terminal - GT
- 3) Gerência de Viagens - GV
- 4) Geração de Viagens - GG
- 5) Despesas e Receitas - DR

5.3 Definição dos Indicadores e Índices de Desempenho

5.3.1 Infra-Estrutura (IE)

As instalações devem ser adequadas para atenderem aos usuários com presteza e conforto. A presteza refere-se à eficiência do atendimento, a cordialidade e receptividade dos funcionários. O conforto está relacionado às acomodações, que precisam estar preparadas para portadores de necessidades especiais, idosos e crianças. Devem, também, fornecer espaço interno e externo para o trânsito de veículos e das pessoas e prover facilidade de acesso às variadas funcionalidades oferecidas tais como, plataformas de embarque e desembarque, banheiros, lojas, lanchonetes, estacionamento e guichês de venda de passagens (TCQSM, 2003) (MESQUITA, 1981) (GOUVÊA, 1980). Assim, com base nas pesquisas realizadas até o momento, existem alguns índices referentes à infra-estrutura que informam como estão sendo utilizadas as dependências e o que fazer para adequar e melhorar as instalações.

Índice de Bilheteria por Metro Quadrado (IBMQ)

- É a razão entre a quantidade de bilheterias dividida pelo total de área alocada para todas elas.

Onde: **QB** = Quantidade de bilheterias

$$IBMQ = \frac{QB}{AB}$$

AB = Área alocada para as bilheterias

Índice de Lojas por Metro Quadrado (ILMQ)

- É a razão entre a quantidade de lojas dividida pelo total de área alocada para todas elas. Fornece a densidade de comércio dentro do Terminal por unidade métrica linear.

onde: **QL** = Quantidade de lojas

$$ILMQ = \frac{QL}{AL}$$

AL = Área alocada para as lojas

Índice de Serviços Ofertados do Terminal (ISOT)

- É o total de serviços formais oferecidos pelo terminal dividido pelo total de passageiros em um determinado período. Serviço formal é toda a oferta de produtos comerciais que não está relacionada diretamente a uma viagem. Assim, Caixa eletrônico, Telefones públicos, Correios, Barbearia, Cafeteria e Lanchonetes, Livraria, Jornaleiro, aluguel de carros e etc, envolvendo recursos ou instalações do Terminal, incentivados pelo próprio ou por terceiros, devem ser considerados. Outras facilidades oferecidas tais como banheiros, armários ou locais de guarda de bagagem, bancos de descanso, estacionamento e etc não são contabilizados uma vez que fazem parte do composto de serviços obrigatórios. A rigor a capacidade de atendimento em pedestres em cada serviço deveria ser considerada, entretanto esse índice é uma estimativa da capacidade de consumo dos pedestres por aqueles produtos oferecidos pelo Terminal em um determinado período.

Onde:

$$ISOT = \frac{TS \times t}{TP}$$

TS = 1,...,s e s é o total de serviços formais

TP = 1,...,p e p é o total de passageiros no período

t = 1,...,n e n é o total de períodos em minutos

5.3.2 Gerência do Terminal (GT)

As decisões diárias decorrentes do uso da infra-estrutura, da gestão financeira, da gestão de pessoas e estoques de materiais, além do relacionamento com usuários, agentes econômicos que exploram o terminal e os operadores são centralizadas na administração central do terminal. Todos os aspectos da exploração econômica de um terminal rodoviário de passageiros devem ser administrados racionalmente, impondo um estilo de gerência participativo, uma vez que trata com pessoas das mais variadas origens e de estrutura organizacional do tipo matricial, pelo fato do regime de controle ser por centro de custos.

Os índices a seguir fornecem informações ao gestor do terminal sobre o que está acontecendo nos principais setores da instalação.

Índice de Ocorrência Notável Geral (IONG)

- Representa o total das irregularidades anotadas que ocorreram em um mês interrompendo o funcionamento das linhas em algum horário, independente da operadora, dividido pelo produto do total de linhas pelo total de horários dessas linhas ofertadas por todas as operadoras.

Onde:

$$\text{IONG} = \frac{\text{TI}}{\text{TH} \times \text{TL}}$$

$\text{TI} = 1, \dots, n$ e n é o total de irregularidades
 $\text{TH} = 1, \dots, h$ e h é o total de horários em todas as linhas
 $\text{TL} = 1, \dots, l$ e l é o total de linhas

Índice de Bilheteria por Viagens Ofertadas (IBVO)

- É o total de horários ofertados em todas as linhas, independente da operadora, dividido pelo produto do total de bilheterias com o total de operadoras. A quantidade de horários e linhas sempre é maior que a quantidade de bilheterias. A quantidade de bilheterias pode ser menor ou igual à quantidade de operadores e raramente encontram-se quantidade de bilheterias maior. Um exemplo é apresentado na tabela 12 com os casos para as variações de Horário, Linha, Operador e Bilheteria:

Tabela 12. Quadro comparativo de bilheterias

Casos	Quantidade de bilheterias <i>b</i>	Quantidade total de Horários <i>h</i>	Quantidade de linhas <i>l</i>	Quantidade Operadores <i>o</i>	LO = l / o	(LO x <i>b</i>) / <i>h</i>
1	2	12	2	1	2	0,3334
2	2	15	3	1	3	0,4
3	2	20	5	2	2,5	0,25
4	3	12	2	2	1	0,25
5	3	15	3	5	0,6	0,12
6	3	20	5	6	0,8334	0,125
7	5	35	8	5	1,6	0,2286
8	5	40	8	5	1,6	0,2
9	5	50	10	8	1,25	0,125
10	10	20	7	4	1,75	0,875
11	10	20	10	5	2	1
12	10	50	15	10	1,5	0,3

A necessidade de bilheterias adicionais ou fechamento das existentes vai depender da demanda nos períodos de pico em várias épocas do ano. Em geral contratam-se mais atendentes. Entretanto, se a demanda da linha aumentar permanentemente devido a algum fator da economia a capacidade da bilheteria terá que ser aumentada.

Assim, esse índice é definido como:

$$IBVO = \frac{TH \times TL}{TB \times TO}$$

onde: *h* = 1,..., **TH** e **TH** é o total de horários em todas as linhas

l = 1,..., **TL** e **TL** é o total de linhas

TB = Total de Bilheterias

TO = Total de operadoras

Índice de Passageiros Embarcados por Plataforma (IPEP)

- É a contagem dos passageiros que esperaram e embarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação (ciclo). Nesse caso são consideradas as plataformas não-mistas e numeradas sequencialmente. Com esse índice deseja-se um número que expresse a relação de contribuição de cada plataforma no embarque de passageiros, levando em conta a demanda em todos os horários relacionada com o total de plataformas.

A plataforma que possui mais partidas ou chegadas sofre maior desgaste e necessita de mais providências de manutenção. A razão passageiro-tempo informa a taxa de utilização do local. Na prática, cada operador utiliza uma área de embarque fixa, o que facilita o controle de viagens do Terminal.

O período de observação deve abranger mais de um horário de embarque e todas as plataformas. Por exemplo, tomemos uma plataforma com 5 berços de partida e uma distribuição diária de horários seqüencial, começando com 3 horários para a primeira e terminando com 7 horários para a última. A razão horário-berço é: 3/5; 4/5; 5/5; 6/5 e 7/5 para um total de 25 horários, ou seja, $TH = 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 25$. Agora, consideremos a razão de participação TH_b / TH de cada horário sobre o total de horários para os respectivos berços TH_b : 3/25 para o primeiro berço $TH1$; 4/25 para o segundo $TH2$; 5/25 para o terceiro; 6/25 para o quarto e 7/25 para o último, $TH5$. Se tivermos como uma amostra do total de passageiros por berço TP_b em um dia de observação: 100 passageiros para o primeiro berço $TP1$, 130 para o segundo $TP2$, 150 para o terceiro, 180 para o quarto e 140 para o último, ou seja $TP5$; é razoável supor um número que é o resultado do somatório do quociente entre a quantidade de horários das viagens por berço e o total de berços, ponderado pela respectiva demanda em cada berço. O somatório desse número por berço dividido pelo total de passageiros embarcados TP em todos os berços, conforme a fórmula do IPEP resulta no índice característico da instalação. Os dados apresentados na tabela 13 exemplifica essa medida.

Tabela 13. Quadro da relação de passageiros por berço e horários

	Berço	Horários por berço	Passageiros por berço	Resultado por berço
	1	3	100	12
	2	4	130	20,8
	3	5	150	30
	4	6	180	43,2
	5	7	140	39,2
Total	5	25	700	145,2

$$\text{IPEP} = \frac{(3/25 \times 100 + 4/25 \times 130 + 5/25 \times 150 + 6/25 \times 180 + 7/25 \times 140)}{(100+130+150+180+140)} = \frac{145,2}{700}$$

$$\text{IPEP} = 0,20743$$

que é o índice para todas as plataformas. Cada plataforma, com seus valores individuais de embarque de passageiros, é comparada com o total de passageiros embarcados em todas as plataformas. Entretanto esse valor é ponderado pela quantidade de horários relativos a cada plataforma. A relação “quanto mais horários ofertados mais passageiros embarcados” é equilibrada com a relação “horários ofertados por plataforma ou berço” e “total de passageiros embarcados”. Como resultado a seguinte relação é obtida:

$$\text{IPEP} = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} \text{TH}_b \times \text{TP}_b}{\sum_{b,h=1}^{b=n} \text{TP}_{bh}}$$

onde:

$b = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de plataformas ou berços

$h = 1, \dots, k$ e k é o total de horários

$P = 1, \dots, d$ e d é o total de passageiros embarcados por horário

TP_b = Total de passageiros embarcados por berço b

TH_b = Horários em de cada berço

TH_{bh} = Relação Horários de cada berço / Total de Horários = $\frac{\text{TH}_b}{\text{TH}}$

THTP_b = Relação individual berço-passageiros = $\text{TH}_{bh} \times \text{TP}_b$

Índice de Passageiros Desembarcados por Plataforma (IPDP)

- É a contagem dos passageiros que desembarcaram por horário e berço em um período de observação (ciclo). Com esse índice deseja-se um número que expresse a contribuição de cada plataforma no total de passageiros desembarcados, considerando nesse caso que as plataformas são não-mistas e numeradas seqüencialmente.

Esse número informa ao Gestor do Terminal como o local está sendo utilizado em função do trânsito de pedestres na instalação em um determinado período. A capacidade de absorver pedestres do Terminal é medida em pedestres por metro quadrado (p/m²). O nível de saturação pode ser alcançado se a diferença entre o total de pedestres que chegaram para viajar, e seus acompanhantes, somada ao total desembarcado for maior que a soma do total embarcado, seus acompanhantes e os visitantes que deixaram o terminal.

Como exemplo, na tabela 14 são apresentados dados de um dia de observação e no gráfico 2 a distribuição de desembarques por horário em um ciclo. Nessa tabela considera-se que o total de horários (ciclo) de chegada **TH** = 7, o total de berços de desembarque **TB** = 4, o total de horários de desembarques **TH** x **TB** = 28, como se os desembarques tivessem ocorrido em todos os horários e para todos os berços, e o total de passageiros desembarcados **TP** = 431. O valor **TH** x **TB** é um total teórico uma vez que irão existir berços em alguns horários que estarão ociosos.

Para cada plataforma *b*, ou berço, estão indicados os totais de passageiros desembarcados **TD_b** e as respectivas quantidades de desembarques **QD_b** do dia. Para cada horário *h* de chegada foram calculados os totais de passageiros desembarcados **TD_h** em todos os berços. Além disso, a tabela 14 mostra as médias de passageiros desembarcados por berço e a média geral.

A taxa de utilização do local de desembarque pode ser calculada como sendo a razão entre o somatório dos horários efetivos de chegada para cada berço, no caso $\sum QD_b = TH_{bh}$ onde $b = 1, \dots, TB$ e $h = 1, \dots, k$ com $0 < k < TH$, e **TH** x **TB**, ou seja, $17 / 28 = 0,6071$. Isso significa que a utilização da capacidade de desembarque está a 60,71 % da capacidade total. Por outro lado, a ociosidade das plataformas no período considerado será o complemento dessa razão, $O = 1 - 0,6071 = 0,3929$ ou 39,29 %.

Tabela 14. Exemplo de Desembarques por berço e horários

Seqüência de Horário h	Passageiros no Berço 1	Passageiros no Berço 2	Passageiros No Berço 3	Passageiros no Berço 4	Total por Horário (TD_h)
1	20	30	-	18	68
2	-	-	27	20	47
3	25	-	-	20	45
4	-	40	29	21	90
5	18	-	-	19	37
6	-	-	31	18	49
7	30	35	-	30	95
$\Sigma (TD_b)$	93	105	87	146	431
$\Sigma (QD_b)$	4	3	3	7	17
Média	23,25	35	29	20,87	25,3529

O índice para representar os passageiros desembarcados por plataforma será:

$$IPDP = \sum_{b=1}^{h=k} \frac{TD_b \cdot QD_b}{TP \cdot TH_{bh}}$$

onde: $b = 1, \dots, TB$ e TB é a quantidade de plataformas ou berços

$h = 1, \dots, k$ e $0 < k < TH$ é o total de horários ou ciclo

TD_b = Total de passageiros desembarcados por berço b

TH_{bh} = Total de Horários (ciclo) com Desembarques em cada berço

O resultado entre o total de horários e o total de todos os passageiros que desembarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação é dividido pelo total de desembarcados em todas as plataformas e horários válidos de um ciclo.

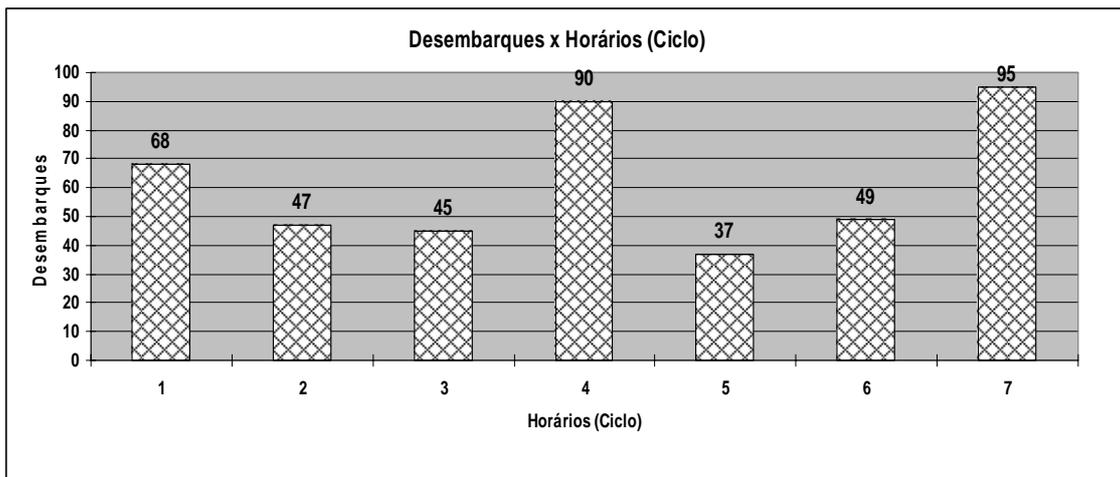


Gráfico 4. Distribuição de desembarques por horário

5.3.3 Despesas e Receitas (DR)

Os resultados do emprego de capital, de material e de recursos humanos nem sempre surtem o efeito esperado em face da natureza sazonal da demanda. Dependendo do regime de funcionamento, se administrado pelo poder público ou privado, o investimento em terminais não trará nenhuma rentabilidade (NTU/ANTP, 1999). As receitas provenientes das tarifas ou taxas de embarque são insuficientes para garantir um funcionamento de qualidade para o usuário. Outras fontes de receita tais como alugueis, serviços de carga e descarga e tarifa para utilização de banheiros fazem parte do balanço sem, contudo, existir uma padronização no tratamento contábil.

Seguem alguns índices e indicadores referentes a essa categoria. Entretanto, não terão seus valores considerados por fugir ao escopo dessa dissertação.

Índice de Faturamento Global do Terminal (IFGT)

- É o quociente entre o somatório de todas as receitas obtidas em um período de tempo pelo somatório de todas as receitas no período anterior.

Índice de Despesa Total do Terminal (IDTT)

- É o quociente entre o somatório de todas as despesas tidas em um período de tempo pelo somatório de todas as despesas no período anterior.

Índice de Despesa de Energia Elétrica por Viagem Ofertada (IDEV-O)

- É o Total Gasto em Energia Elétrica no Mês em Valores dividido pelo Valor Total da Vendas obtido com as viagens efetivamente realizadas nesse mesmo mês. A produção do terminal pode ser definida como a Quantidade de Viagens Realizadas em um determinado período sob certas condições operacionais. A Quantidade de Viagens reflete o número de passageiros transportados e o faturamento em decorrência do maior volume de vendas de passagens. O consumo de energia é diretamente proporcional ao esforço de se vender mais passagens, ou seja, de transportar mais passageiros incluindo aí toda a energia consumida nas lojas e outras dependências.

Índice de Consumo de Água por Passageiro-Hora (ICAPH)

- É o Total Gasto em Consumo de Água, medido no mês de 720 horas em decalitros, dividido pelo total de passageiros-mês embarcados e desembarcados multiplicado pelo total respectivo de horários. É a medida teórica da quantidade de água consumida se todos que embarcassem e desembarcassem a tivessem utilizado.

Índice de Rotatividade de Mão de Obra (IRMO)

- É a diferença entre o quociente da quantidade de contratações de MO dividida pelo total de MO empregada e o quociente da dispensa de MO dividida pelo total de MO empregada. Por exemplo, sendo o total de funcionários para um período = 100. Funcionários contratados em um período = 2. E funcionários dispensados no mesmo período = 1. Então, Relação 1: 2/100; Relação 2: 1/100. A diferença $R1 - R2 = 1/100$ é o Índice. Excetua-se desse cálculo o índice de Absenteísmo, ou seja, aqueles referentes a atrasos, faltas e saídas antecipadas no trabalho, de maneira justificada ou injustificada, ou ainda, aquelas justificáveis que induzem a uma redução na carga-horária de trabalho.

5.3.4 Gerência de Viagens (GV)

Os operadores e as diversas linhas e horários oferecidos ficam sob a coordenação e o controle da administração central. Cada operador trabalha seu nicho de mercado conforme sua cultura organizacional. Nesta categoria estão relacionados aspectos como demanda por linha, ou por operador, tempo de viagem e atendimento. Os índices elencados foram:

Índice do Cumprimento da Programação da Oferta (ICPO)

- É a medida do total de viagens que foram cumpridas dentro do horário estabelecido, descontando o Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque de 15 minutos. Se uma determinada Linha possui a programação de ofertar 10 horários em um dia e, ao final de um dia, 2 ônibus saíram atrasados, ou seja, além do horário estabelecido de partida e um outro teve que ser trocado esse índice será $1 - (3 / 10)$ para essa linha em um dia. Fazendo o mesmo procedimento para todas as linhas, o somatório resultará em um índice diário de cumprimento do horário de viagens.

O índice mede a eficiência, em termos de aprestamento e emprego do veículo para a prestação do serviço, e a eficácia no cumprimento do horário de partida da viagem. Maior eficiência significa ter condições de realizar o serviço e maior eficácia significa ter condições de cumprir o horário. Quanto mais próximo de 1 maior é a efetividade no gerenciamento dos horários.

$$\text{ICPO} = \frac{\sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^k \text{CPO}_{lh}}{\text{H} \times \text{L}}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas
 $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha
 CPO_{lh} = Cumprimento da Programação para Linha e Horário
 H = total de horários
 L = total de linhas

Índice de Regularidade do Intervalo entre Partidas (IRIP)

- A regularidade do intervalo entre partidas é o emprego adequado dos Tempos de Manutenção do Veículo, Tempo de Manobra para chegar à Plataforma, Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque indicando

que a gerência dos horários ofertados está sendo realizada com eficiência. É a medida da eficiência com que a programação da oferta de viagens é realizada. Embora não pertença às atribuições do Terminal interferir nos processos da gerência e manutenção de veículos dos operadores, deve-se ter atenção especial nesse aspecto para evitar as falhas que comprometam o fornecimento de viagens.

A regularidade da janela de tempo entre as partidas indica a presteza com que o serviço é ofertado. Nessa janela de tempo o Terminal executa tarefas tais como limpeza da plataforma, vistoria das condições de higiene e limpeza, etc. Tomemos como exemplo uma linha com dez horários de partida ofertados com intervalos de 120 minutos (2 horas) entre cada um, considerando os 15 minutos de tolerância do Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque e os atrasos típicos da linha devido a fatores tais como congestionamentos no tráfego. O índice **IRIP** da linha será o somatório dos atrasos **AH** ocorridos em cada horário da linha sobre o total de horários **TH** da linha no dia em minutos. Assim, se o intervalo entre as partidas é de 120 minutos (2 horas), com uma programação de dez partidas diárias e houve 3 atrasos de 10 minutos no dia, então 3×10 divididos pela quantidade total de intervalos em minutos, ou seja, $30 / 1200$ será o IRIP para a linha. Seguindo o mesmo raciocínio, o **IRIP** do Terminal será o somatório dos índices individuais de todas as linhas para um dia. Quanto mais próximo de zero mais eficiente serão as partidas e conseqüentemente mais estáveis serão os intervalos entre partidas, provando a regularidade do serviço.

$$\text{IRIP} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{AH}_l}{\sum_{l=1}^{l=n} \text{TH}_l}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas
 $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha
AH = Atrasos ocorridos em cada horário
TH = Total de horários

Índice de Eficiência do Serviço de Venda de Passagens (IES-VP)

- É a medida de eficiência com que as passagens são vendidas em um determinado período de observação. A venda de passagens pode ser realizada no local, no guichê, como também por agentes de viagens ou eletronicamente

pela Internet. Não são vendidas passagens por telefone ou feitas reservas. O evento de troca ou cancelamento de passagens não é considerado. A eficiência nas vendas significa maior volume de passagens vendidas por unidade de tempo e que o atendimento ao cliente é feito com um mínimo de reclamações. Assim, por exemplo, se em um ciclo de 10 horários de partida de uma linha em um dia são oferecidas 45 passagens por horário referentes à ocupação total de um ônibus, para um horário específico cada passagem será 1/45. Para cada horário a eficiência máxima das vendas será 45/45.

A tabela 15 apresenta um mapa de situação das vendas para 3 tipos de serviço de uma linha com ciclo de 7 horários em um dia totalizando 21 partidas e uma oferta de 798 assentos.

Tabela 15. Exemplo Relação de assentos vendidos por horário em uma linha

Horários h de uma linha	Vendas ônibus 1 (32 lugares)	Vendas ônibus 2 (40 lugares)	Vendas ônibus 3 (42 lugares)	Total por Horário (TA $_h$)	Eficiência das vendas (114 lugares)
1	20	30	30	80	0,7018
2	21	30	27	78	0,6842
3	25	28	35	88	0,7719
4	30	40	29	99	0,8684
5	18	38	40	96	0,8421
6	32	38	31	101	0,886
7	30	35	38	103	0,9035
Σ (TA)	176	239	230	645	5,6579
Média	25,143	34,143	32,857	92,143	0,8083

Para todos os horários a Taxa Mínima de Carregamento teórica será $(1/114) \times (1/7) = 0,00125$, ou seja, pelo menos uma passagem vendida por horário e a Taxa Máxima de Carregamento teórica será $(114/114) \times (7/7) = 1$, representando o total de 798 passagens vendidas. Esse índice permite ao Gestor acompanhar a evolução das vendas e controlar a distribuição de viagens nas épocas em que a demanda de passageiros for maior que a oferta de assentos.

A eficiência será de 100% se todos os assentos forem vendidos para todos os

horários de um dia, logo esse índice quanto mais próximo de 100 mais demonstrará a eficiência da venda das passagens.

$$\text{IES-VP} = \frac{\text{TA}_h}{\text{TH} \times \text{TA}}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TA_h = Total de Assentos em um horário
 TA = Total de Assentos
 TH = Total de Horários

Índice de Desistência de Viagem por Horário (IDVH)

- É a quantidade de bilhetes de um horário retornados divididos pelo somatório de todos os bilhetes vendidos naquele horário. Estão incluídas nesses casos a troca de horário e a substituição de uma linha por outra. A relação para esse índice será definida como:

$$\text{IDVH} = \frac{\text{TB}_h}{\text{TR}_h}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TB_h = Total de Vendidos em um horário
 TR_h = Total de Retornados em um horário

5.3.5 Geração de Viagens (GG)

A movimentação de pessoas e veículos nas dependências do terminal e as estatísticas sobre as viagens geradas, ou consumidas, em diferentes situações são aspectos relevantes na avaliação de desempenho dos terminais. De nada seria útil avaliar operadores, administração e comportamento do usuário se não forem computadas as viagens realizadas. Assim, os índices abaixo permitirão avaliar a dinâmica da utilização do terminal na geração de viagens em diferentes situações:

Índice de Linhas Ofertadas por Horário (ILOH)

- É o total de linhas em um horário $h = 1$, TL_h , dividido pelo produto entre o total de todos os horários TH com o total de todas as linhas TL ofertadas pelo Terminal.

$$\text{ILOH} = \frac{\text{TL}_h}{\text{TH} \times \text{TL}}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TH = Total de Horários
 TL = Total de linhas

5.3.6 Índice Geral de Desempenho do Terminal (IGDT)

O IGDT é um valor resultante da combinação dos índices, agrupados e classificados por categoria funcional, e ponderados em função da sua importância relativa no conjunto das 5 categorias.

A metodologia para realizar a conjugação de vários indicadores de desempenho em um índice único consistiu em:

- 1) pesquisar os critérios de operação da gestão de um Terminal Rodoviário de Passageiros no contexto do sistema rodoviário de transporte público de passageiros e,
- 2) criar um método de ponderação de forma a considerar a contribuição relativa de cada grupo de índices envolvidos.

A conjugação de várias medidas de desempenho em um índice único é prática comum em sistemas de avaliação, como visto no trabalho sobre o Índice de Qualidade do Transporte - IQT da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo - EMTU/SP, que é uma conjugação de vários índices parciais sem ponderação (PEREIRA *at al.*, 2005). Conforme Mendoza e Lebas, com respeito à construção de índices, a representatividade do índice único depende da profundidade da investigação sobre os critérios utilizados nas operações e rotinas da gestão, que para isso devem estar bem caracterizadas (LEBAS, 1995) (MENDOZA *at al.*, 1999).

A análise dos critérios para construção do IGDT foi feita utilizando tanto os dados de pesquisa de campo como da bibliográfica, o que fez com que os terminais rodoviários intermunicipais ficassem caracterizados. Segundo Portugal e Goldner, trata-se de empreendimentos que são Pólos Geradores de Viagens e de Tráfego (PORTUGAL, 2003). Entretanto, como se depreende dos trabalhos de Mesquita e de Gouvêa são também Centros de Produção e Gerência de Viagens (MESQUITA, 1981) (GOUVÊA, 1980) na medida em que coordenam e controlam a geração de viagens. A diferença em relação aos outros pólos geradores de viagens, tais como os *shopping centers* ou hospitais, está no fato de um terminal só existir porque existe um sistema de transportes. As atividades produtivas exercidas nestas instalações pelos vários agentes econômicos que ofertam viagens, produtos de consumo imediato e serviços diversos, definem um

desenho de Gestão com o foco na integração dos diversos recursos materiais e humanos utilizados na satisfação das necessidades da população por viagens. Assim, tem-se por um lado os setores público e privado da economia ofertando produtos e serviços de transportes e, por outro lado, clientes buscando a satisfação do seu desejo ou necessidade por mobilidade.

Portanto, a gestão dos Terminais Rodoviários de Passageiros, quer estes ofereçam ou não viagens de qualquer extensão, e especificamente os que oferecem viagens intermunicipais, realiza os serviços de Coordenação e Controle de Viagens. Coordena os horários, controla as empresas operadoras e seus veículos, organiza o emprego dos esforços de Capital, Material e Pessoal, utilizados no funcionamento do terminal e procura maximizar os resultados em termos de retorno econômico-financeiro, volume de viagens e passageiros transportados. A avaliação do desempenho operacional desses esforços e dos respectivos resultados requer métodos de medição, análise e armazenamento de dados.

O IGDT, com a estrutura mostrada na figura 7, representa a combinação das medidas de desempenho pesquisadas nessa dissertação para um Terminal. É um índice que possui a característica de informar a situação operacional da Gestão em um único número, permitindo estabelecer comparações qualitativas entre diferentes terminais. Entretanto trata-se de uma medida dinâmica, uma vez que os índices de desempenho se alteram de acordo com a variação dos seus indicadores componentes.

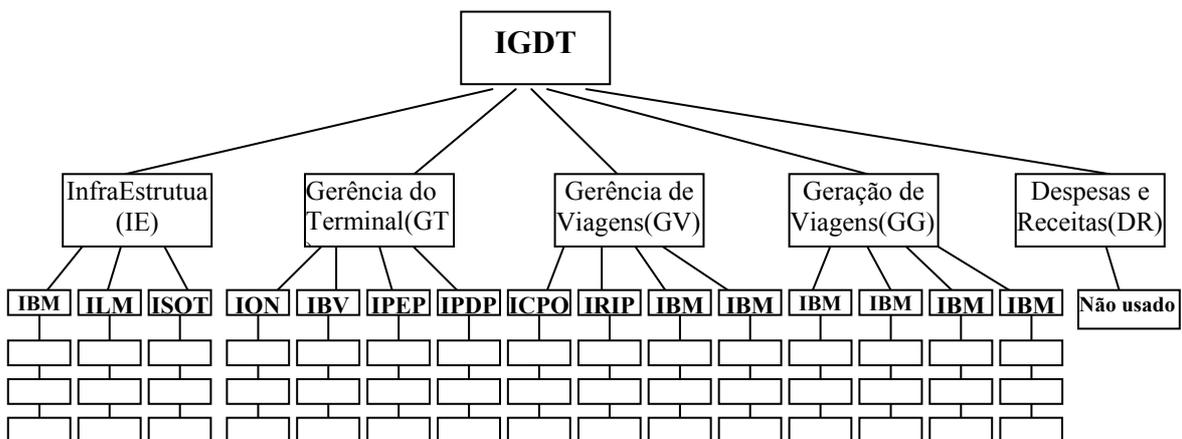


Figura 7. Estrutura do IGDT – Índice Geral de Desempenho do Terminal (FONTE: Adaptação do autor)

Cada categoria é parametrizada com um fator de ponderação f que representa sua importância relativa no conjunto de categorias, ou seja, nos grupos de índices. Esse fator leva em conta a quantidade k de índices de cada grupo, a quantidade n de categorias e a quantidade total de índices TI . Assim, define-se o conjunto de categorias como sendo $C = \{g_1, \dots, g_n\}$ onde $1 \leq n \leq 5$ grupos e, os subconjuntos de índices para cada grupo pertencente a C como $g_n = \{I_1, \dots, I_k\}$ com $1 \leq k \leq \infty$.

A quantidade total de índices TI é o resultado da soma das quantidades de índices de cada grupo. Dessa forma, tem-se para o grupo $g_1 = IE$ a quantidade de índices $k = 3$; grupo $g_2 = GT$, $k = 4$; $g_3 = GV$, $k = 4$; $g_4 = GG$, $k = 4$; e, $g_5 = DR$, $k = 0$. Portanto, considerando a quantidade $TI = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 = 15$ pode-se saber a contribuição parcial de cada grupo em relação à totalidade de índices fazendo, para cada grupo g do conjunto de categorias, $IE = 3/15$, $GT = 4/15$, $GV = 4/15$, $GG = 4/15$ e $DR = 0$. Observa-se também, que a quantidade de categorias é $n = 5$, então $1/5$ é a proporção de cada categoria em relação a esse total.

Como resultado, o valor do fator de ponderação f para cada categoria na fórmula do IGDT será o inverso do produto de $1/5$ pela razão entre a quantidade de índices g de cada grupo individualmente, sobre o total de índices TI , ou seja, $f_{IE} = \frac{1}{1/5 \times 3/15} = 25$; $f_{GT} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; $f_{GV} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; $f_{GG} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; e, $f_{DR} = 1/5 = 0,2$. O grupo DR (Despesas e Receitas), mesmo não sendo considerado nesta abordagem, conforme visto na tabela 16, participa com seu valor relativo de $1/5$.

O fator de ponderação f é uma medida de proporção, ponderando na composição do IGDT a importância relativa das categorias. A vantagem dessa abordagem é que, na medida em que novas Categorias e Índices forem sendo criados ou abandonados, o IGDT se altera proporcionalmente. Dessa forma, quanto mais fracionar a análise adotando mais critérios e índices, maior será a precisão e melhor a representação do item no conjunto.

Tabela 16. Matriz com fatores de ponderação das Categorias

Categorias	f	Índices
Infra-Estrutura (IE)	25	I ₁ I ₂ I ₃
Gerência do Terminal (GT)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Gerência de Viagens (GV)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Geração de Viagens (GG)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Despesas e Receitas (DR)	0,2	- -

Considerando a composição do fator f e seus valores, o IGDT pode ser expresso pela seguinte relação:

$$IGDT = f_{IE} \sum_{i=1}^{i=k} IE_i + f_{GT} \sum_{i=1}^{i=k} GT_i + f_{GV} \sum_{i=1}^{i=k} GV_i + f_{GG} \sum_{i=1}^{i=k} GG_i + f_{DR} \sum_{i=1}^{i=k} DR_i$$

Onde cada parcela contém também o somatório dos respectivos valores calculados para os índices. Assim, atribuindo na expressão os pesos encontrados para f obtem-se:

$$IGDT = 25 \sum_{i=1}^{i=k} IE_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GT_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GV_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GG_i + 0,2 \sum_{i=1}^{i=k} DR_i$$

Com a quantidade de índices variando de 1 a k . Essa expressão permite avaliar um ou mais terminais rodoviários, como apresentado de forma genérica na tabela 17.

Tabela 17. Avaliação de Desempenho α de k Terminais T e n Índices I por Categoria

Terminal Categorias	Índice	T ₁	T ₂	T ₃	...	T _k
Infra- Estrutura (IE)	I ₁	$\alpha_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I _n	$\alpha_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Gerência do Terminal (GT)	I ₁	$\alpha_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I _n	$\alpha_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Gerência de Viagens (GV)	I ₁	$\alpha_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I _n	$\alpha_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Geração de Viagens (GG)	I ₁	$\alpha_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I _n	$\alpha_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Despesas e Receitas (DR)	I ₁	$\alpha_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I _n	$\alpha_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
IGDT	-					

5.4 Considerações Finais

O objetivo do IGDT é estabelecer uma medida científica de comparação entre diferentes instalações e assim possibilitar uma classificação dos terminais em função de suas características operacionais e particularidades sócio-econômicas.

Naturalmente que a mesma metodologia, com pequenas adaptações, pode ser aplicada a terminais de passageiros de outros modos de transportes. Entretanto, o foco aqui é determinar os valores mínimos e máximos para instalações que ofertam viagens intermunicipais no modo rodoviário. Descobrir a relação qualitativa, além das

considerações quantitativas, que os terminais rodoviários intermunicipais guardam entre si.

É possível saber algumas características sócio-econômicas de uma cidade a partir dos terminais rodoviários de passageiros uma vez que a interligação cidade-cidade no modo rodoviário se dá através dessas instalações. Portanto, a importância do IGDT e demais índices é permitir a análise do *status quo* da mobilidade rodoviária entre as cidades e regiões, e daí melhorar o conhecimento sobre suas reais situações de desenvolvimento.

6.0 O Modelo de Simulação SIMTERP

Segundo ORTÚZAR e WILLUMSEN (1990) modelos podem ser subdivididos em duas categorias principais:

- 1) modelos físicos - aplicados, normalmente em escala reduzida, quando o processo a estudar é particularmente complexo e impossibilita a sua compreensão apenas com base em considerações teóricas; e,
- 2) modelos teóricos – aplicados em situações onde o que importa é a compreensão do contexto do processo e de sua estrutura. Podem ser do tipo narrativo (expressos por palavras), gráfico (desenhos, diagramas) ou matemático.

Os primeiros são os mais utilizados. Da segunda categoria, são os modelos matemáticos que mais interessam para o campo da investigação científica. E dentro desta subdivisão, é possível classificar os modelos considerando o critério da forma como foram desenvolvidos ou em função dos tipos de soluções que são perseguidas. O primeiro critério estabelece a fronteira entre os modelos teóricos, deduzidos exclusivamente com base em princípios matemáticos e/ou físicos, e os modelos empíricos, deduzidos com base em observações e/ou experiências. O segundo critério separa os modelos matemáticos puros, que permitem determinar soluções ótimas, e as heurísticas ou métodos aproximados que, baseados em raciocínios empíricos e mesmo na intuição, permitem a obtenção de boas soluções para os problemas, com custos computacionais aceitáveis (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1990).

6.1 Validade e aplicabilidade de modelos

Um modelo deveria ser completo, capaz de representar um processo real com o mesmo grau de precisão com que é possível medir as variáveis desse processo. Mas, depreende-se da própria definição de modelo que é impossível o desenvolvimento de modelos completos. Desta forma, resta o problema de definir o grau de proximidade entre o modelo e o processo real, ou seja, de estabelecer o grau de precisão aceitável ou desejável do modelo. Saber esse grau é crucial, uma vez que o custo de desenvolvimento de um modelo cresce rapidamente quando se exigem altos níveis de confiança. (ver a Figura 8)

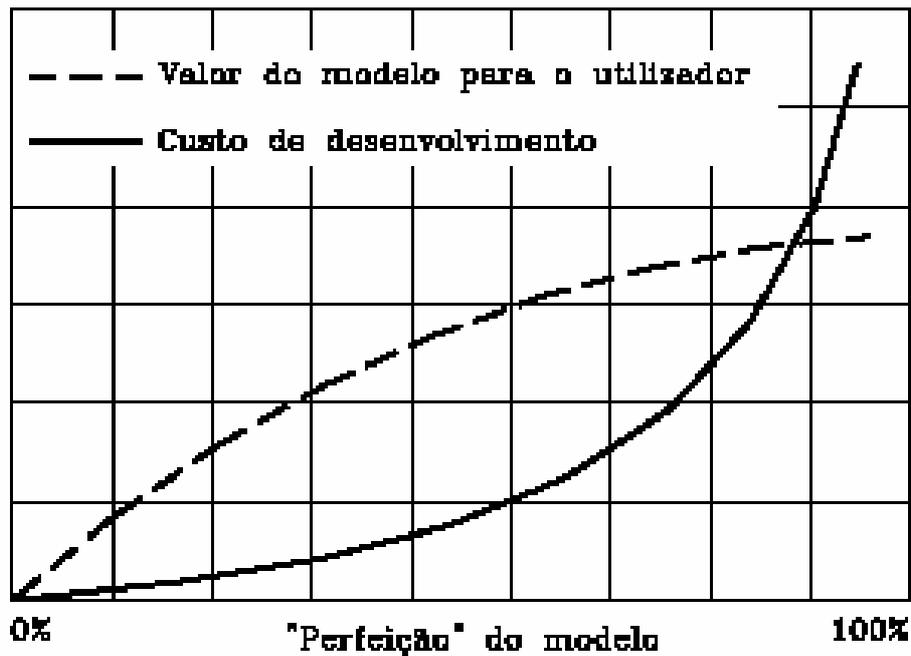


Figura 8. Relação entre o custo de desenvolvimento e o valor de um modelo para o utilizador (adaptado de SARGENT, 2000)

Um aspecto importante no processo de análise de um problema é o de se adaptar a complexidade do modelo ao uso pretendido, de modo que seja estabelecido um compromisso entre o custo de desenvolvimento, o grau de confiança no modelo e o valor do modelo para o utilizador.

O desenvolvimento e a validação de um modelo são processos interligados. SARGENT (2000) propõe a estrutura esquematizada na Figura 9, onde é sugerido um processo de validação que acompanha as diversas fases de desenvolvimento do modelo. O modelo conceitual é a representação matemática do sistema real em estudo; o modelo computadorizado é o modelo conceitual implementado em computador. O modelo conceitual é desenvolvido através de uma fase de análise e modelagem, o modelo computadorizado é desenvolvido por meio de fases podendo ser uma fase de programação, outra de implementação e uma fase de inferências sobre o sistema real, todas obtidas através de experiências realizadas sobre o modelo computadorizado na fase de experimentação.

A cada uma destas fases está associado um processo de validação. A validação do modelo conceitual assegura que as teorias subjacentes a esse modelo conceitual estejam corretas e que a representação do sistema real é razoável para o uso pretendido do

modelo. Isto implica que um número de indivíduos qualificados reveja cuidadosamente a lógica do modelo e a sua compatibilidade com os fundamentos teóricos que lhe são subjacentes (BALCI, 1998)(SARGENT, 2000).

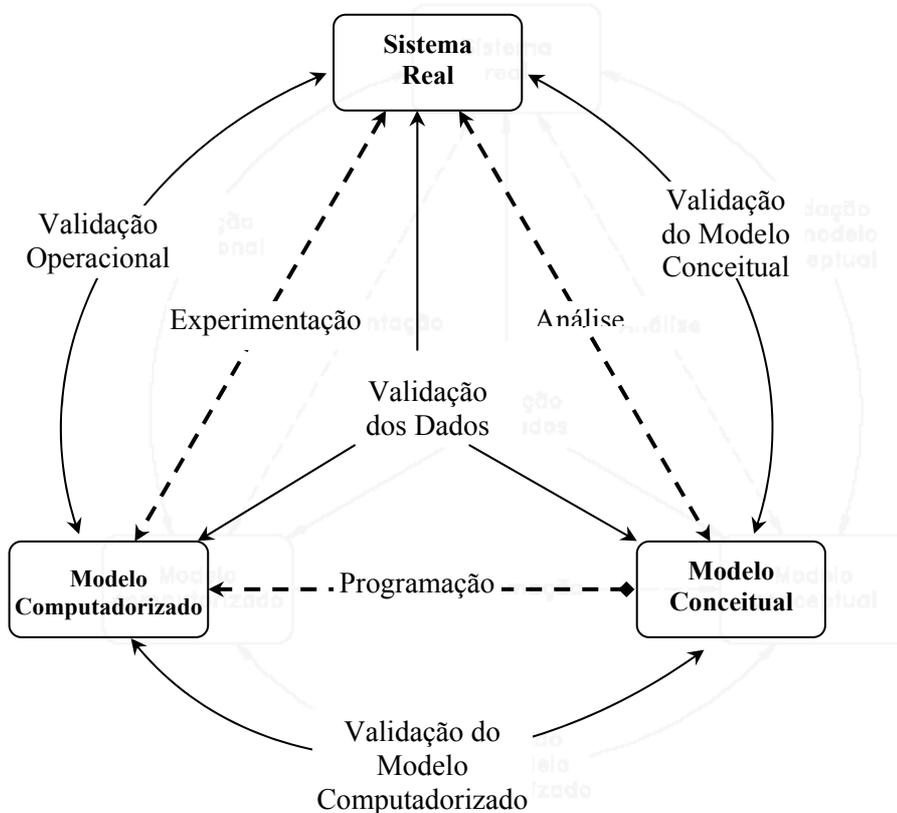


Figura 9. Processo genérico de desenvolvimento e validação de um modelo (SARGENT, 2000)

A validação do modelo computadorizado, segundo FAIRLEY (1976), assegura que a programação e a implementação do modelo conceitual foram feitos corretamente. Esta é uma fase seguida pelo autor de um *software*, que apenas garante a não existência de erros na transição. Uma verificação rigorosa deve ser feita utilizando dois tipos de testes: estáticos e dinâmicos. Os testes estáticos consistem nas avaliações passo a passo dos algoritmos utilizados no programa de computador. Os testes dinâmicos executam o programa sob diferentes condições e valores e os resultados obtidos são utilizados para determinar se a programação foi bem feita.

Ainda segundo SARGENT (2000) a *validação operacional* garante que os resultados do modelo se constituam numa representação adequada do sistema real dentro do domínio da aplicabilidade. Uma comparação precisa entre os dois sistemas deve ser feita

utilizando uma representação gráfica dos resultados esperados e os reais, intervalos de confiança aceitáveis na realidade prática e testes de hipóteses.

O objetivo da validação é determinar o quanto o modelo conceitual é uma representação adequada do sistema idealizado que está sendo modelado. Perguntas tais como: “Com qual precisão o modelo simulado representa o sistema idealizado?”, “O modelo simulado pode ser utilizado no lugar do sistema idealizado para tomada de decisões?”, devem ser respondidas.

Um modelo de simulação deve ser desenvolvido com um objetivo específico. Assim, um modelo validado para um propósito específico pode não ser válido para outro propósito.

A validação de um modelo de simulação é realizada considerando um conjunto específico de critérios utilizados para a tomada de decisões. LAW e KELTON (1982) recomendam uma abordagem de três passos para a validação de um modelo de simulação:

- a) Desenvolver um modelo com alta aparência de validade (“*face validity*”);
- b) Validar empiricamente as suposições do modelo de simulação;
- c) Validar os resultados do modelo.

O objetivo no primeiro passo de validação é desenvolver um modelo com alta aparência de validade (“*face validity*”) que, aparentemente, pareça razoável às pessoas que possuem conhecimento do sistema em estudo e/ou dos usuários finais do modelo. Neste primeiro passo de validação o desenvolvedor, ou a equipe de desenvolvedores precisa fazer uso da informação existente sobre o sistema, as teorias existentes, o conhecimento geral, as observações do sistema.

O segundo passo de validação é para testar quantitativamente as suposições ou hipóteses feitas durante os estágios iniciais de desenvolvimento do modelo de simulação.

O terceiro passo da validação objetiva é determinar a representatividade dos resultados da simulação. Muito embora não possamos assegurar que o modelo do sistema proposto seja válido, fazendo comparações ganhamos confiança nos resultados. Definitivamente

o teste de validade de um modelo de simulação deve estabelecer que os dados resultantes do modelo de simulação se assemelham aos dados que seriam esperados do sistema real.

Portanto, o objetivo da validação é determinar o quanto o modelo conceitual é uma representação razoável do sistema real que está sendo modelado (LAW e KELTON, 1982). Pretende-se assim determinar o quanto o modelo conceitual de simulação, e não somente o programa de computador, é uma representação precisa do sistema em estudo.

6.2 Objetivo do Simulador

O SIMTERP produz um conjunto de dados que servirá para auxiliar na avaliação de desempenho da gestão do Terminal, ou Centro Rodoviário de Passageiros, considerando o uso das suas facilidades oferecidas aos usuários e a análise do desempenho da geração das viagens intermunicipais.

O objetivo de utilizar os dados gerados pelo simulador é subsidiar o cálculo dos índices de um Modelo de Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários Intermunicipais de Passageiros. Dessa forma, não pretende substituir os dados de campo, mas sim fornecer uma amostra de várias medidas de interesse que permita analisar ao longo do tempo o comportamento dos índices para cada situação específica predefinida (cenário).

Os índices de desempenho que serão analisados são calculados utilizando-se das variáveis de resposta que o modelo de simulação deverá fornecer. Esses índices são subdivididos em cinco classes como descrito no Capítulo 5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade.

6.3 Características do Modelo

O SIMTERP é um Modelo de Simulação probabilístico, isto é contém uma ou mais variáveis aleatórias que serão representadas através de amostras. Além disso, o modelo é dinâmico uma vez que seu comportamento se altera ao longo do tempo. Para isso, uma variável denominada “Relógio da Simulação” foi adotada, com a função de controlar o avanço do tempo cuja unidade básica está em minutos. A esse respeito convém salientar

que o modelo é de simulação discreta com tempo contínuo, isto é a passagem do tempo é vista como se fosse realmente contínua, mas dentro de intervalos pré-definidos.

A seleção dos valores amostrais dos indicadores de desempenho é determinística e intencional, uma vez que conhecemos o comportamento de alguns parâmetros desses indicadores, mas a distribuição de frequências é desconhecida e aleatória proporcionada pela ausência de ordem na seqüência de ocorrência dos eventos. Os números aleatórios utilizados pelos algoritmos do Modelo funcionam como filtros na escolha de quando ocorre um evento, quais eventos ocorreram e de quanto será a variação dos valores amostrais.

Utilizando o relógio da simulação, pode-se definir a execução da simulação em termos de corrida. Assim, uma corrida a intervalos fixos de tempo gerará uma estimativa para cada parâmetro em estudo sendo calculadas suas médias e desvios-padrão. Portanto, cada parâmetro possuirá uma única amostra de tamanho proporcional à corrida e, uma vez ocorrendo outras corridas de igual duração, teremos uma amostragem de variáveis de resposta aptas a comporem os índices de desempenho do Terminal.

Cada corrida corresponde a um dia de simulação com um total de 1440 minutos, isto é 24 horas vezes 60 minutos. Dentro desse intervalo inúmeros eventos acontecem ficando registrado o momento em que ocorreram. A quantidade de dias também pode ser configurada, permitindo variar a amostra gerada para diferentes quantidades e épocas do ano. O SIMTERP possui a facilidade adicional de poder repetir toda a simulação configurada quantas vezes se desejar, aumentando assim a confiabilidade dos dados gerados.

As variáveis de entrada estão relacionadas à utilização das funcionalidades do Terminal, ou seja, as dependências e os espaços utilizados pelos pedestres e, aos dados de oferta de serviços e demanda por viagens em diferentes épocas do ano. Os serviços considerados no SIMTERP se constituem nas viagens ofertadas pelo Terminal e realizadas pelos operadores em linhas e horários específicos. A demanda é o somatório de embarques para todas as linhas e horários configurados em um cenário.

A faixa de variabilidade dos valores de entrada é definida antes de cada corrida. De fato, cada definição é uma hipótese que desejamos testar. O conjunto dessas definições fica armazenado em Banco de Dados e se constitui na configuração de um cenário de avaliação. Dessa forma, vários cenários podem ser armazenados, mas somente um pode ser simulado por vez.

As variáveis de resposta são os valores dos parâmetros ou dos indicadores que queremos estudar, os quais terão seus valores médios e seus desvios calculados para n corridas. Os parâmetros ou indicadores assim estimados servirão para calcular os índices de desempenho. O SIMTERP produz relatórios de acompanhamento por tempo ou por evento com todas as informações da corrida para a análise dos dados gerados e conferência dos índices calculados.

6.4 Estrutura do Modelo

A figura 10 apresenta os principais componentes do SIMTERP em diagrama de blocos. O mecanismo de retro-alimentação do sistema utiliza um Banco de Dados como repositório dos valores encontrados em cada simulação permitindo fazer futuras comparações e ajustes nos parâmetros.

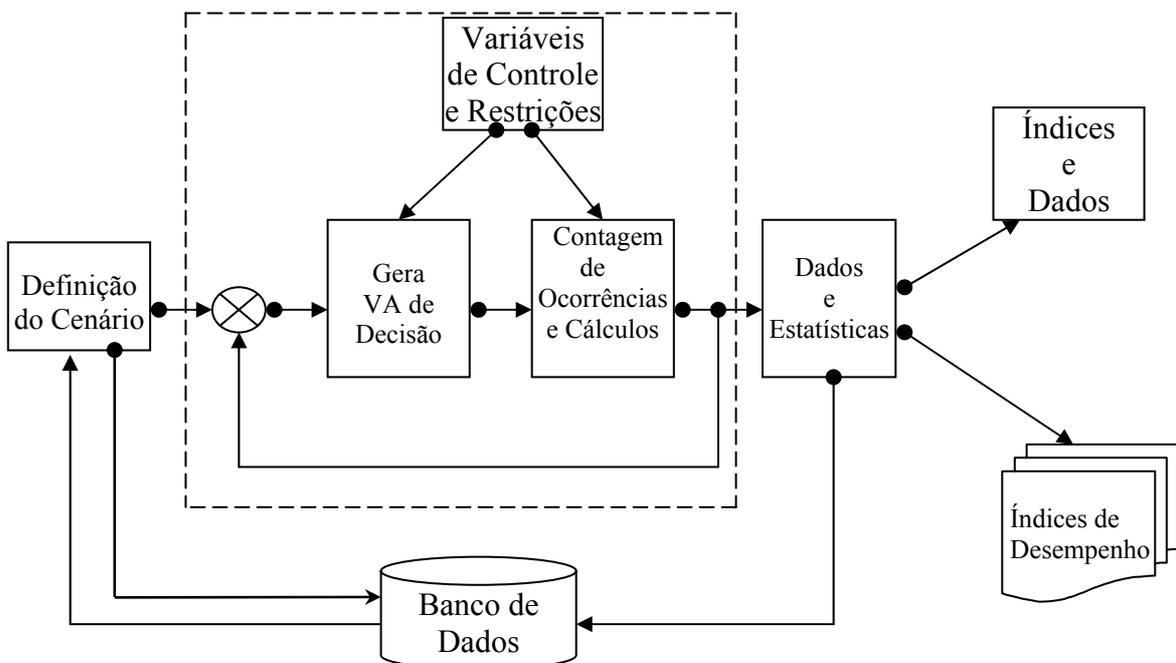


Figura 10. Modelo de Simulação SIMTERP (FONTE: Adaptação do autor)

O Modelo calcula a média e o desvio-padrão, os valores esperados e as respectivas variâncias dos dados gerados no período simulado segmentando-os por dependência visitada e tipo de evento. Todas as dependências do Terminal tendem a formarem filas e, mesmo sendo o tipo de evento a frequência de pedestres circulando ou embarcando, ainda assim o tratamento é estocástico e considerado como filas de eventos.

Cada passo t do Relógio da corrida pode gerar um evento em função dos valores assumidos por uma variável aleatória de decisão \mathbf{VA} , criada para esse fim. Esses eventos e_{ij} possuem valores discretos onde $i = 1, \dots, t$ e $j = 1, \dots, k$ com $k \geq 1$ sendo os possíveis tipos de eventos independentes entre si. Cada tipo de evento pode criar filas nas funcionalidades do terminal e está associado a uma taxa λ_k de ocorrência previamente definida. A fila de eventos é o conjunto $\mathbf{E} = \{ e_{i1}(t), e_{i2}(t), \dots, e_{ij}(t) \}$ dos eventos que ocorrem no tempo t do Relógio da simulação até o final de uma corrida. Dessa forma, se o evento e_{ij} ocorre n vezes com $1 \leq n \leq t$, então para cada intervalo Δt entre os tempos de uma corrida teremos uma ocorrência média $M = \frac{\lambda_k}{\Delta t}$. Por exemplo, seja $j = 1$ e $k = 1$ o tipo de evento, e_{i1} = “pedestres entrando no terminal” o evento a ser observado, \mathbf{VA}_{ij} a variável aleatória de decisão, $0 < \mathbf{VA}_{ij} \leq \theta$ e $0 < \theta < 1$ um número aleatório gerado em t , com tempo total da corrida de simulação $T = 41$ minutos, i e t variando de 1 a 41 minutos, e $\lambda_k = 2$ pedestres entrando / minuto. Na tabela 18 abaixo se encontra a representação dessa corrida:

Tabela 18. Simulação de e_{it} = “pedestres entrando no terminal” e taxa λ_k em 41 minutos

Seqüência de Ocorrência	Relógio em minutos (t)	Intervalo Δt	Média no Intervalo ($\lambda_k / \Delta t$)	Ocorrência do Evento e_{it} e $\lambda_k = 2$ em ($i = t$)
-	1	-	-	-
1	2	1	2	2
2	3	1	2	2
-	4	-	-	-
3	5	2	1	2
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
4	8	3	0,667	2
--	--	--	--	--
5	18	10	0,2	2
--	--	--	--	--
6	22	4	0,5	2
--	--	--	--	--
7	35	13	0,154	2
--	--	--	--	--
8	41	6	0,334	2
			6,855	

Portanto, temos que em 41 minutos ocorreram 8 eventos cada um a intervalos diferentes e entraram 16 pedestres com uma taxa de chegada λ predefinida de 2 pedestres / minuto.

A figura 11 ilustra a reta de tempo da corrida com os intervalos entre os eventos e as respectivas ocorrências.

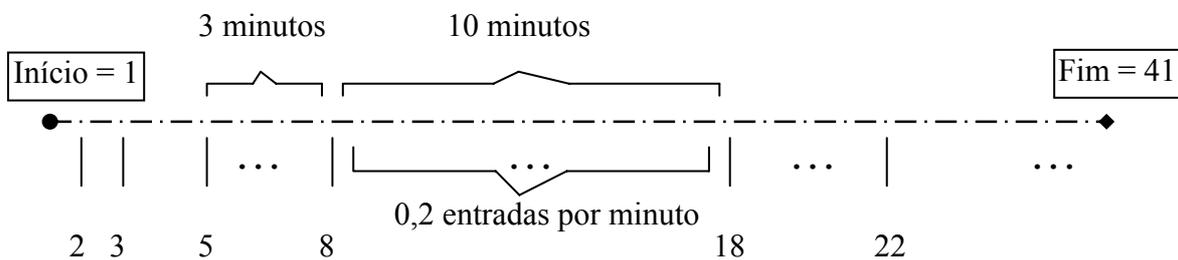


Figura 11. Entrada de pedestres com taxa λ em uma corrida

O gráfico 5 mostra a representação dos dados gerados na corrida em função do tempo. Essa amostra e o total de pedestres que entraram no período serão armazenados e novas corridas deverão ser realizadas para assim formarem um conjunto de dados amostrais.

Desse conjunto médias e desvios-padrão serão calculados e comparados com os dados de campo para validação.

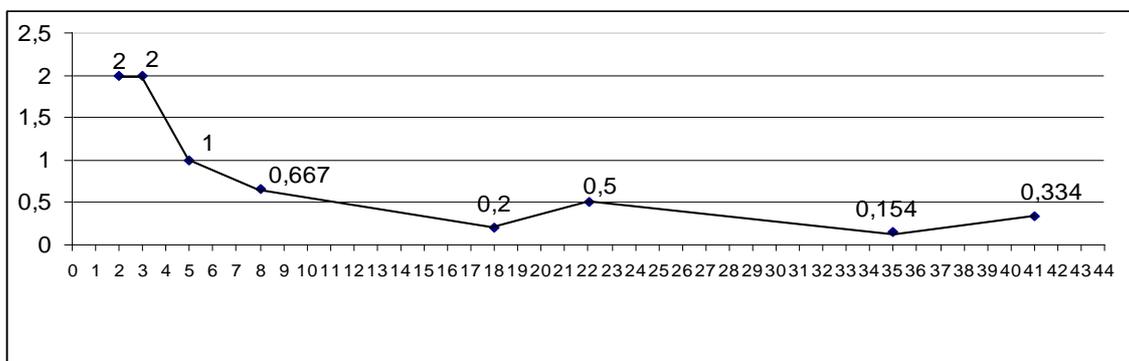


Gráfico 5. Simulação da entrada de pedestres com taxa λ_k e corrida de 41 minutos

6.5 Assunções do Modelo

O dimensionamento da capacidade de atendimento, ou de saturação, das dependências e os parâmetros dos eventos do Terminal podem ser predefinidos no SIMTERP. Isso permite uma flexibilidade na definição dos valores de cada componente de um cenário.

A tabela 19 mostra a definição dos valores mínimos e máximos de contagem para as dependências e eventos relacionados. A tabela 20 apresenta as variáveis aleatórias de decisão e os valores assumidos para observação e a tabela 21 os demais dados considerados na definição de um cenário do Modelo.

Tabela 19 - Definição dos parâmetros para as dependências e eventos relacionados

Dependência	Definição do Evento	Faixa de valores
Portas de entrada-saída	pedestres que entram e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6
Banheiros	pedestres que entram e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador < 5
Guichês de venda de passagens	Atendimento por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 4
Guichês de venda de passagens	pedestres que chegam e deixam por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6
Plataformas de embarque – Desembarque	ônibus que chegam e partem por linha e horário	Contador ≥ 1 Contador \leq linha x horário
Plataformas de embarque – Desembarque	pedestres que embarcam e desembarcam por ônibus, linha e horário	Contador ≥ 1 Contador \leq Capacidade dos ônibus
Praça de alimentação / Lanchonete	pedestres que chegam e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6

Para cada evento uma variável aleatória VA gerada pelo SIMTERP será utilizada na tomada de decisão se esse evento deverá ocorrer ou não. Os valores médios assumidos em percentuais estão relacionados às observações de campo da frequência de pedestres no Terminal.

Tabela 20 - Definição das variáveis aleatórias e os eventos relacionados

Evento observado	Localização do evento	Faixa de valores	Assunção
pedestres que entram e saem por minuto de dia	Terminal	V.A. > 0 e V.A. < 0.71234	71,24%
pedestres que entram e saem por minuto de noite	Terminal	DiaNoite > 0.81234	81,24%
1/5 dos pedestres que entram no terminal vão ao banheiro	Banheiros	UmValorBan = V.A. / 5 UmValorBan > 0 e UmValorBan < 0.312345	1/5 x VA e 31,24 %
Pedestres saem banheiros	Banheiros	UmValorBan > 0.5123456	
pedestres que chegam ao guichê	Guichês de venda de passagens	UmValorGuiche > 0 e UmValorGuiche < 0.91234	91,24 %
pedestres embarcam	Plataformas de embarque – Desembarque	UmValor > 0.48533	49 %

Obs: V.A. = Variável Aleatória de Decisão

Tabela 21 - Definição dos demais parâmetros do cenário de simulação

Parâmetro	Definição	Faixa de valores
Quantidade de Dias	quantidade de dias em minutos	1 até 1440 x n
Terminal	Número de pedestres que chegam por minuto	λ
Terminal	Número de pedestres que saem por minuto	λ
Banheiros	quantidade de sanitários	2 até n
Banheiros	Número de pedestres que entram e saem por minuto	1 até quantidade de sanitários x 1,3
Banheiros	Tempo médio de permanência	μ
Guichês de venda de passagens	quantidade de guichês e operadores	2 até n 3 até n
Guichês de venda de passagens	quantidade de linhas e horários	2 até n 2 até n
Guichês de venda de passagens	Número de atendentes	1 até n
Guichês de venda de passagens	tempo de atendimento ao pedestre	μ
Guichês de venda de passagens	Número de pedestres que chegam e deixam por minuto	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de operadores	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de plataformas por tipo	2 até n 1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de linhas e horários	2 até n 1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade média de assentos nos ônibus	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de ônibus que chegam e partem por linha e horário	1 até n = linha x horários
Plataformas de embarque – Desembarque	Número de pedestres que embarcam e desembarcam por linha e horário	1 até n

6.5.1 Tratamento das filas nas Dependências do Terminal

Guichês, lojas, banheiros, telefones públicos, acesso às portas de entrada e saída, plataformas e ônibus, e todas as demais funcionalidades e pontos de acesso dentro de um Terminal são propensos a formarem filas.

As filas ocorrem com regularidade, mesmo considerando a natureza sazonal da demanda por viagens e os períodos típicos de pico. A formação das filas pode ocorrer entre as chegadas dos passageiros e os tempos de execução do serviço nas funcionalidades em intervalos de tempo exponencialmente distribuídos, considerando

que as recusas ou desistências de quem está na fila sejam desprezíveis. Assim, as duas formas mais simples da Teoria das Filas para modelar o sistema de atendimento nas funcionalidades de um Terminal, tais como banheiros ou guichês, são (utilizando a notação de Kendall):

a) um modelo $M/M/m$ com fila única e disciplina de atendimento PEPS, Primeiro a Entrar-Primeiro a Sair (ou *FCFS-First Come, First Served*), onde m é o número de Atendentes com tempos de atendimento distintos. Considera-se que 1 cliente por unidade de tempo chega em média ao Terminal, e que os m atendentes dos guichês em paralelo sejam iguais, cada um com capacidade média de m clientes por unidade de tempo (figura 12.a); ou,

b) Em modelos $M/M/1$ paralelos e independentes, cada um com disciplina de atendimento PEPS (ou *FCFS-First Come, First Served*). Considera-se que $1/m$ clientes por unidade de tempo chegam em média em cada atendente no guichê, e que cada um dos m atendentes tenha a capacidade de “servir” em um tempo t (figura 12.b).

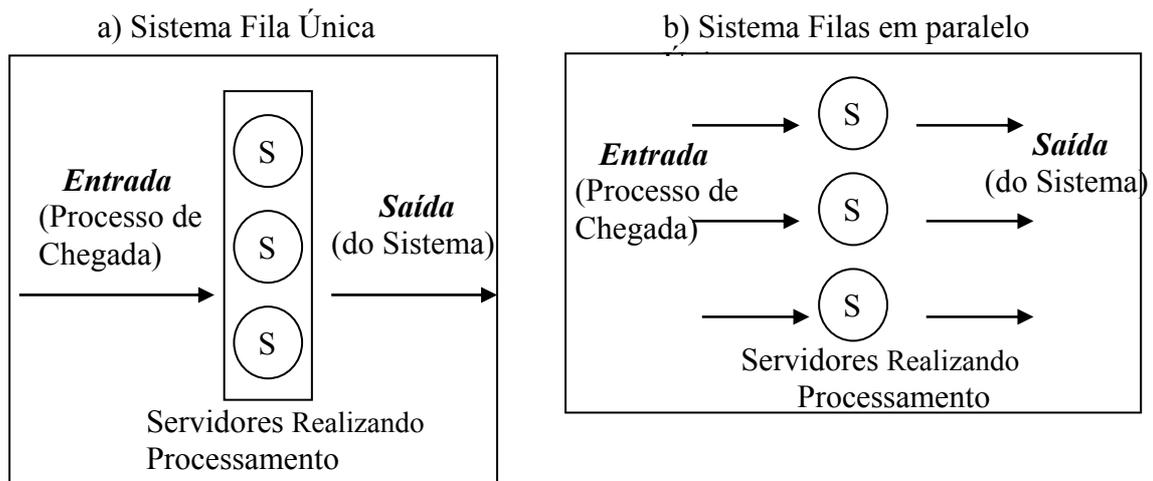


Figura 12. (a) Sistema de fila única (modelo $M/M/m$) e (b) Sistema de filas paralelas e independentes (modelo $M/M/1$)

Em ambos os modelos (a) e (b) as hipóteses podem comprometer suas aplicações no sistema em estudo. Por exemplo, o modelo (a) admite que o sistema se comporte aproximadamente como um sistema de fila única, enquanto que, na prática, as filas se formam na frente de cada Guichê. Por outro lado, o modelo (b) admite que o sistema se comporta aproximadamente como m sistemas de filas independentes, ou seja, o modelo supõe que, uma vez que um passageiro tenha entrado em uma das filas, ele não troque mais de fila. O que se observa na prática é que em terminais com menos opções de

linhas, horários e operadores, a troca de filas ocorre com menos frequência, uma vez que o cliente já sabe qual o seu destino e na maioria das vezes não existem operadoras oferecendo viagens para a mesma linha. Note que os modelos (a) e (b) não consideram que os passageiros podem desistir de comprar, se as filas estiverem muito grandes. Isto porque ele só possui aquela opção de comprar o bilhete para o destino escolhido.

Os processos M/M/1 e M/M/m são chamados de modelos de processos estocásticos. São modelos probabilísticos de um sistema que envolve aleatoriedade nas medidas de tempo e espaço. A grande vantagem desses dois modelos (a) e (b) é que existe uma extensa literatura abordando sua análise. É natural adotá-los no estudo das filas nas dependências do terminal devido à natureza sazonal da demanda por viagens rodoviárias considerando, entretanto, que as limitações de linhas e horários são constantes.

Formalmente um processo estocástico é uma coleção de variáveis aleatórias $\{X(t), t \in T\}$ todas pertencentes a um espaço amostral probabilístico comum. A variável $X(t)$ é o estado em que se encontra X em um momento t , enquanto t é um índice que é membro do conjunto $\{T\} \geq 0$. Por exemplo, se for adotada a variável aleatória $X =$ “passageiros chegando aos banheiros” para cada instante de tempo t , então $X(t = 1)$ representa a ocorrência de passageiros chegando no instante $t = 1$, $X(t = 2)$ o mesmo ocorrendo no instante $t = 2$, assim por diante. O número de passageiros que chegam exatamente em um determinado instante t é aleatório assim como também em qual instante de t chegam X passageiros. Em geral admite-se que a seqüência de chegadas seja exponencialmente distribuída em função do tempo.

Diversas medidas de desempenho podem ser computadas admitindo-se que o sistema esteja em equilíbrio, ou seja, que sob determinadas condições pode-se ter resultados previsíveis. Medidas tais como a utilização média dos Guichês, o número médio de clientes no sistema Terminal, o tamanho e o tempo médio de espera nas filas, tanto formadas nos Guichês como nas plataformas, ou mesmo nos banheiros, podem ser obtidas com precisão maior.

Para o processamento das filas nos guichês (vide figura 12.b), assume-se que os tempos de chegada ao terminal e aos guichês são um processo de Poisson e que variam dependendo dos horários de pico, do dia do mês e dos dias excepcionais em que ocorrem datas festivas ou feriados enforcados.

O tempo de atendimento nos guichês, a taxa de atendimento ou de saída dos pedestres, é exponencialmente distribuída com média variando segundo os mesmos critérios de λ .

Quando o estado do sistema muda em decorrência dos critérios de λ , uma nova distribuição exponencial ocorre satisfazendo a propriedade de não armazenamento de Markov.

Da mesma forma que o terminal, os guichês formam um sistema com modelo de chegada de Poisson, com s atendentes e t tempos de atendimento exponenciais independentes, identicamente distribuídos (os quais dependem do estado do sistema); capacidade infinita e uma fila com disciplina do tipo FIFO (PEPS - primeiro a chegar, primeiro a sair). Sendo um sistema M/M/s com um modelo de chegada independente do estado temos que a n ésima taxa de chegada será $\lambda_n = \lambda$ para todo o estado n . O tempo de atendimento para cada atendente é independente do estado n do sistema, mas o número de atendentes que estão servindo depende do número de pedestres nos guichês. Por outro lado, o tempo efetivo que o sistema gasta para processar os pedestres dentro do espaço reservado para os guichês é dependente do estado. Se $\frac{1}{\mu}$ é o tempo médio de atendimento para um atendente servir a um passageiro no guichê, então a taxa média de atendimentos completados para n passageiros que existirem no sistema é:

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & (n = 0, 1, \dots, s) \\ s\mu & (n = s + 1, s + 2, \dots) \end{cases} \quad (3)$$

A condição para haver estado estacionário é:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} < 1 \quad (4)$$

Ou seja, o estado estacionário ocorrerá se a razão entre a taxa de chegada e o produto do número de passageiros pela taxa de atendimento for menor que 1. Caso contrário,

haverá fila. E a probabilidade para que ocorra estado estacionário no *enésimo* estado é dada pela relação:

$$\rho_n = \frac{\lambda_{n-1} \lambda_{n-2} \dots \lambda_0}{\mu_n \mu_{n-1} \dots \mu_1} \times \rho_0 \quad (5)$$

Considerando que as fórmulas de Little (Bronson, 1985) são válidas a uma taxa média

de chegada $\bar{\lambda}$, fornecida pela relação $\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n \rho_n$, pode-se assim aplicar essa média

nas fórmulas do número médio de pedestres nos guichês e comprimento médio da fila, respectivamente L e L_q , da seguinte forma:

$$L = \bar{\lambda} \bar{W} \quad \text{e} \quad L_q = \bar{W}_q \quad \text{onde } \bar{W} \text{ é o número de passageiros e } \bar{W}_q \text{ o}$$

comprimento médio da fila em número de passageiros.

6.5.2 Características do Software SIMTERP

A interface com o usuário utiliza o padrão gráfico do sistema operacional Microsoft Windows. Através da navegação por menus e janelas o usuário pode definir um cenário, entrar com os dados, executar a simulação, consultar e emitir relatórios das corridas inclusive das realizadas anteriormente.

Todo tratamento de dados e variáveis é realizado através de vetores. Isso agiliza o processamento, uma vez que os cálculos e o armazenamento dos resultados ficam em memória dinâmica. Após completar uma corrida, ou um conjunto de corridas, a definição de um cenário, os dados gerados e os resultados são gravados no Banco de Dados. Dessa forma podem ser recuperados para nova avaliação. O banco de dados utilizado é o ACCESS da Microsoft por ser amplamente utilizado, ser relacional e permitir a programação de consultas utilizando a linguagem SQL.

A linguagem de programação utilizada para implementar o modelo SIMTERP é o Visual Basic da Microsoft de versão 8.0. A flexibilidade dessa linguagem está na sua estrutura Orientada-a-Objetos e Orientada-a-Eventos, na forma de definir as variáveis, na facilidade de tratamento de vetores e na interface padronizada para utilização do sistema de banco de dados. Através de seu algoritmo padrão de geração de números

aleatórios, as variáveis aleatórias de decisão puderam ser geradas. Esse algoritmo chamado Gerador Linear Congruencial é um dos mais utilizados para a geração de números aleatórios devido à relativa simplicidade de programação de sua fórmula:

$$I_k = (aI_{k-1} + c) \bmod m \quad (6)$$

Onde os valores **a**, **c** e **m** são constantes pré-selecionadas. A constante **a** é conhecida como multiplicador, **c** é o incremento, **m** é o módulo e I_{k-1} é o número inicial da seqüência (conhecida como semente). A escolha dos valores dessas constantes condiciona a qualidade do Gerador. Um bom gerador deve ter os períodos de geração dos números muito longos para garantir a aleatoriedade, ou seja, o tempo para que ele repita novamente a seqüência gerada deve ser tão longo quanto possível. Na fórmula isso é conseguido pelo parâmetro **m**. Isso significa que números aleatórios de 16 bits gerados por esse método possuem no máximo um período de 65.536, ou 2^{16} , que para propósitos científicos não é recomendado (L'ECUYER, 1998).

Por outro lado, pode-se conseguir séries aleatórias se os parâmetros **a**, **c** e **m** forem devidamente calibrados. Por exemplo, a escolha de **a = 1277**, **c = 0**, **m = 131072** parece gerar números aleatórios consistentes, porém olhando as partes assinaladas no gráfico da figura 13 de dispersão para 2000 pares de valores gerados por esse gerador, constatam-se umas bandas lineares (assinaladas por círculos) surgindo revelando a tendência previsível de algumas seqüências.

A escolha de **a = 16807**, **c = 0**, **m = 2147483647** é um bom conjunto de parâmetros para esse gerador e foi primeiramente publicado por Park e Miller (1988).

Os pesquisadores Law e Kelton (1982) afirmam que todos os métodos de geração de números aleatórios de uma distribuição uniforme no intervalo $[0, 1]$, denotada por $U(0, 1)$, utilizada em simulações através de computadores são na realidade determinísticos. Devido a um ciclo longo de repetição da mesma seqüência de números gerados, assume-se que sejam aleatórios e que pareçam como se fossem variáveis aleatórias.

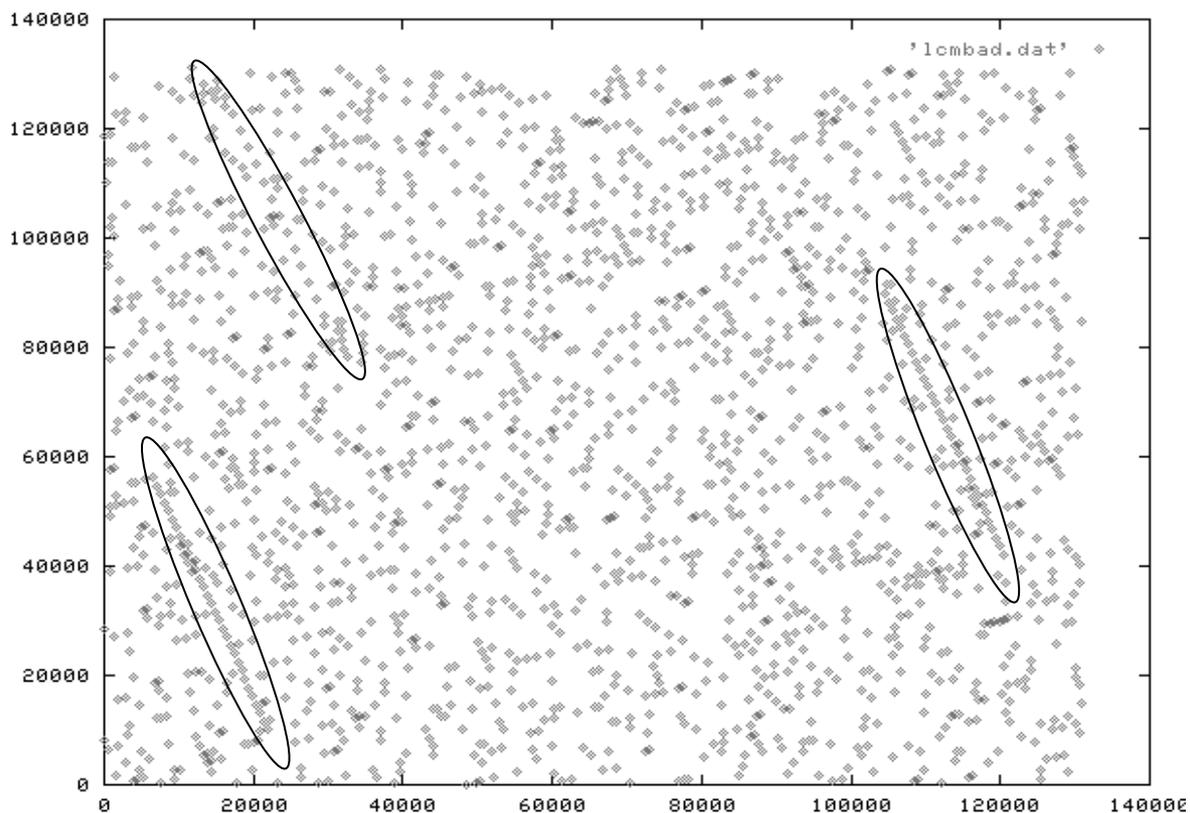


Figura 13. Gráfico de dispersão com as tendências marcadas

6.6 Funcionamento

O SIMTERP modela um terminal utilizando o conceito de cenário. Embora a existam várias definições para cenário, dependendo da aplicação do termo os significados mudam. A definição genérica adotada para cenário é a de uma descrição de algum futuro plausível, para um sistema ou situação sob estudo, e que representa uma das escolhas possíveis de um estado presente até esse futuro. Múltiplos cenários podem ser trabalhados uma vez que existem várias possibilidades de futuros. A figura 14 em representação adaptada demonstra o conceito, com enfoque no estado temporal presente e futuro, onde os cenários aparecem como sendo um processo para se chegar a este estado futuro (GODET, 1993; RATTNER, 1979; NÓBREGA, 2001).

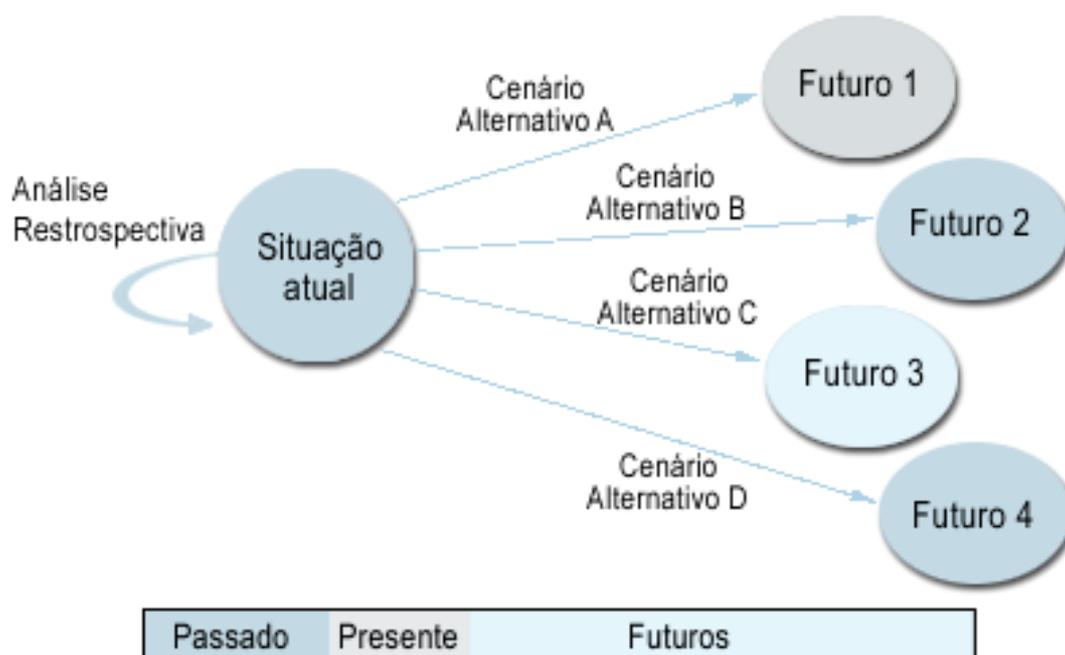


Figura 14 . Representação do conceito de cenário
FONTE: Adaptado de Stollenwerk (1998)

Para o SIMTERP um cenário é o conjunto de características necessárias que o Modelo de Simulação utiliza para emular um terminal rodoviário de passageiros, ou Centro Rodoviário de Passageiros. Portanto, a criação de um Cenário de Simulação envolve a digitação dos dados que definirão um Terminal Rodoviário considerando as cinco dimensões que compõem a medida de desempenho IGDT. Esses dados são referentes ao porte e a capacidade de gerar viagens. Os dados de demanda de passageiros, da oferta de viagens pelos operadores e de serviços de apoio pelo Terminal são as entradas principais do simulador. Esses dados de entrada serão pedidos na medida em que as janelas forem sendo apresentadas.

6.6.1 Telas do Simulador

A figura 15 apresenta a janela de início da definição de um cenário e nela podem ser vistos os botões de Incluir/Excluir/Ok e Retornar. Ao escolher um cenário já configurado basta clicar no botão OK, caso contrário o usuário digita um Nome de Cenário no espaço destinado ao nome. A data do dia é colocada pelo SIMTERP.

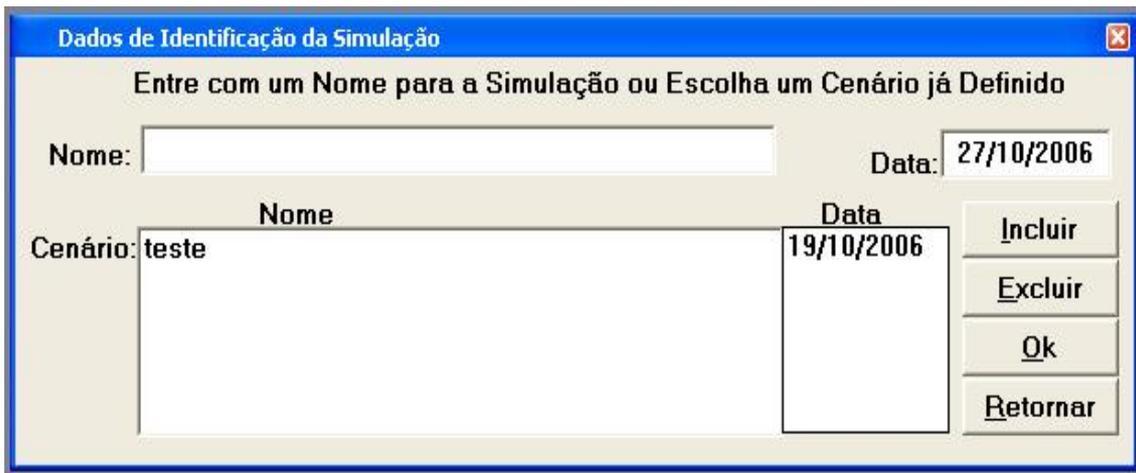


Figura 15. Tela inicial de Definição de um Cenário de Simulação

Após a entrada do nome de um cenário na janela da figura 15, a janela de configuração aparece como na figura 16. As abas de opções conduzem o usuário a definir cada valor seguindo a sugestão apresentada em cada campo. Nessa aba inicial podem ser vistos dois botões que chamam janelas específicas de digitação de dados: “Operadores/Linhas” e “Linhas/Horários”. Essas janelas são apresentadas nas figuras 17 e 18.

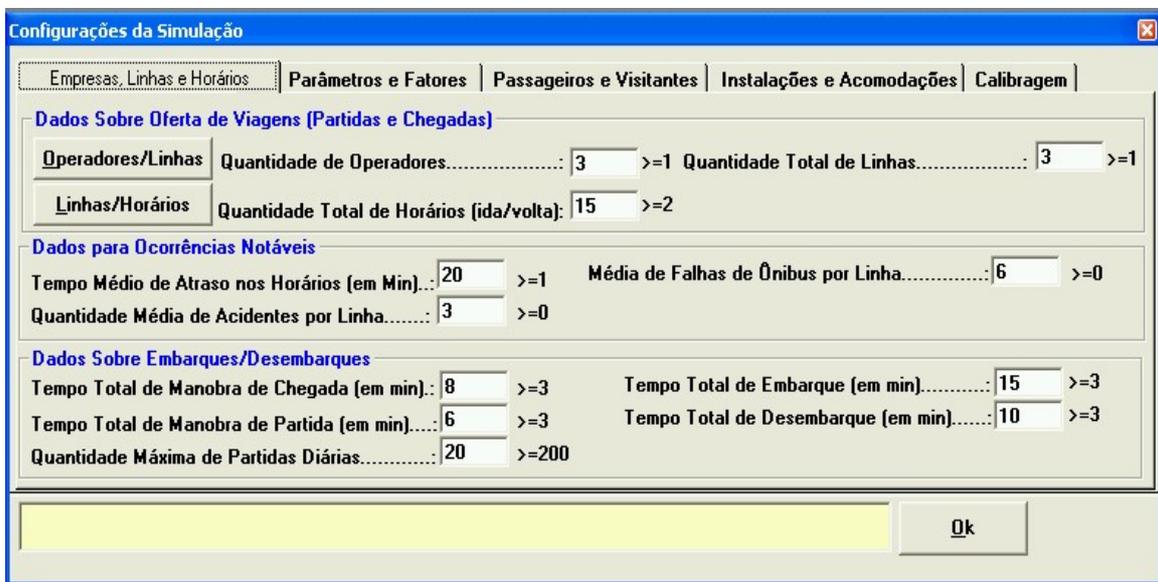


Figura 16. Janelas de Definição de Cenário:Empresas, Linhas e Horários

Essa janela possui 5 abas, como detalhado na figura 16 acima e nas figuras 16.1, 16.2, 16.3 e 16.4, e foram projetadas para permitir a digitação de todos os dados necessários para configurar um Terminal. A figura 16.3.1 é referente aos dados sobre guichês para

processamento das vendas de passagens, filas e geração de viagens. A aba da figura 16 “Empresas, Linhas e Horários” vem dividida em 3 partes de forma a conduzir o usuário na digitação dos dados. A parte “Dados sobre oferta de viagem” apresenta os dois botões já citados, que após serem utilizados o resultado aparecerá nos campos de quantidades correspondentes. A parte “Dados para ocorrências notáveis” serve para entrar com os dados relativos ao quantitativo das falhas, atrasos e acidentes. A última parte “Dados sobre Embarques/Desembarques” permite a entrada de dados genéricos relativos aos tempos e demanda média de operações nas plataformas.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | Passageiros e Visitantes | Instalações e Acomodações | Calibragem

Parâmetros:

Período de Simulação de um Dia (em min): 1440 >=1
Intervalo de Tempo (steps) Dentro do Período de Simulação (em min): 10 >=2
Capacidade Média dos ônibus (em Passageiros): 46 >=25
Tempo Médio Atendimento nos Guichês (em minutos): 10 >=0,5

Fatores:

Valor Médio da Taxa de Embarque: 5 >=1 Mão de Obra Própria: 10 >=5 Mão de Obra Terceirizada: 15 >=0
Quantidade de Reclamações no Mês: 200 >=1
Total de Serviços Oferecidos no Mês: 6 >=1
Total de Pessoas Atendidas no Balcão de Informações / Mês: 400 >=1

Ok

Figura 16.1 – Janelas de Definição de Cenário: Parâmetros e Fatores

Essa aba é dividida em duas seções. A primeira, “Parâmetros”, solicita dados gerais que serão utilizados nas corridas de simulação. O período de simulação diz respeito à duração de um dia simulado em minutos, podendo variar do total de 1440 minutos, correspondendo a 24 horas, ou outro valor. A sugestão é deixar 1440 minutos. O intervalo de tempo, ou *steps*, informa ao motor do simulador como ele vai fazer para avançar o tempo, se de minuto a minuto ou outro intervalo. A sugestão é deixar o *step* com valor 1. A capacidade dos ônibus e tempo de atendimento, em valores médios, completa os parâmetros com os dados sobre a capacidade média de cada ônibus e o tempo de atendimento em cada Guichê do terminal.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | **Passageiros e Visitantes** | Instalações e Acomodações | Calibragem

Dados Sobre a Demanda

Número Médio de Passageiros/Visitantes Mensal.....	1000000	>=1000
Média de Passageiros Embarcados no Mes (Total).....	1000000	>=1000
Média de Passageiros Desembarcados no Mes (Total):	1000000	>=1000
Quantidade Média Mensal de Passagens Vendidas.....	1000000	>=1000
Quantidade Média Mensal de Passagens Devolvidas..:	100	>=0

Média de Passageiros Chegando nos Guichês por Hora:	100	>=10
Média Mensal de Passageiros por Guichês	10000	>=100
Tempo Médio de Espera na Fila nos Guichês (em minutos):	10	>=2

Ok

Figura 16.2 – Janelas de Definição de Cenário: Passageiros e Visitantes

Nessa aba “Passageiros e Visitantes” os dados relativos à demanda são digitados. Esses dados caracterizam o porte e capacidade de Atendimento e Geração de Viagens do terminal. Um detalhe está na solicitação do tempo médio estimado de espera na fila nos guichês que os usuários terão.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | Passageiros e Visitantes | **Instalações e Acomodações** | Calibragem

Dimensionamento

Área Total Linear do terminal (m2).....	5000	>=1000	Quantidade de Ônibus nas Plataformas de Partida....	8	>=1
Quantidade de Pavimentos (andares).....	1	>=1	Quantidade de Ônibus nas Plataformas de Chegada...	8	>=1
Área Total Linear Alocada aos Guichês(m2)....	1200	>=10	Quantidade de Berços nas Plataformas de Partida....	8	>=1
Área Total Linear Alocada para as Lojas (m2):	1000	>=25	Quantidade de Berços nas Plataformas de Chegada...	7	>=1
Limite de Pessoas por Metro Quadrado.....	4	>=1	Quantidade Máxima de Plataformas de Embarque.....		>=3
Capacidade dos Banheiros (em Sanitários).....	6	>=2	Quantidade Máxima de Plataformas de Desembarque.		>=1
Capacidade dos Banheiros (em Usuários).....	21	>=5	Quantidade de Lojas (Ativas/Inativas).....	5	>=1
Quantidade de Guichês (Ativos/Inativos).....	9	>=1	Quantidade de Telefones Públicos (Ativos/Inativos):	4	>=1
Média de Atendentes por Guichê.....	10	>=2	Capacidade do Estacionamento de Veículos.....	10	>=0
Total de Atendentes nos Guichês.....	20	>=2			

Guichês

Ok

Figura 16.3 – Janelas de Definição de Cenário: Instalações e Acomodações

Nessa aba são solicitados os dados do dimensionamento do terminal, em termos de área física alocada para as funcionalidades mínimas que devem existir para operação. Essas funcionalidades são os banheiros, guichês, lojas, estacionamento e plataformas de

Embarque e Desembarque. Os telefones públicos referem-se a uma facilidade oferecida que já está incorporada às necessidades básicas de um terminal.

Ao clicar no botão “Guichês” a janela da figura 16.3.1. aparece para entrada dos dados referentes às características dos guichês. A simulação irá considerar esses dados para gerar dados relativos ao atendimento aos usuários.

Figura 16.3.1 – Janelas de Definição dos Dados sobre Guichês

A janela da figura 16.4, ainda experimental, serve para a digitação dos dados para a calibragem das corridas, após serem realizadas algumas simulações. Dependendo dos resultados da simulação essa janela servirá para ajustar alguns fatores que contribuem para maior precisão dos dados gerados.

Figura 16.4 – Janelas de Definição de Cenário: Calibragem pós-simulação

As viagens oferecidas pelo Terminal são digitadas na janela da figura 17 que, em conjunto com a janela da figura 18, completam a configuração dos requisitos mínimos necessários para simular um cenário. Essas janelas aparecem após clicar nos botões respectivos que aparecem na primeira aba (figura 16).

Entre com os Dados na Tabela Abaixo (Tecla TAB para passar de campo e ENTER ao final de uma linha):

Quadro de Dados das Linhas

Nome da Linha (Origem-Destino):	Nome da Operadora:	Demanda Mês (Máxima):	Quantidade de Horários:	Tempo de Viagem (min):	Quantidade Segmentos:
Linha-1	Oper-2	14000	4	90	1
Linha-1	Oper-1	12000	3	120	1
Linha-2	Oper-1	20000	3	60	3
Linha-3	Oper-3	24560	3	134	1
Linha-3	Oper-2	23400	2	90	3

Total de Lançamentos: Linhas: 5

Figura 17 – Janelas de Definição de Operadores e Linhas

Foram definidos como critério para obtenção de dados para análise seis períodos ao longo do dia, sugestão retirada do PDTU/RMRJ de 2005 (PDTU/RMRJ, 2005):

- Período de Pico da Manhã - PM: 06:30 às 9:29 h.
- Período de Entre-pico da Manhã - EPM: 9:30 às 11:29 h.
- Período de Pico do Almoço - PA: 11:30 às 13:30 h.
- Período de Entre-pico da Tarde - EPT: 13:30 às 16:59 h.
- Período de Pico da Tarde – PT: 17:00 às 19:59 h.
- Período Noturno e Pré-pico da Manhã- PN-PPM: 20:00 às 06:29 h.

Quadro de Linhas e Horários

Ok

Entre com os Dados nas Tabelas Abaixo (Tecla TAB para passar de campo e ENTER ao final de uma linha):

Quadro de Horários de Partida

Linha (Origem-Destino):	Hora Partida (Origem):	Hora Chegada (Destino):	Frequência por Dia:							Atraso Típico(min)	
			S	T	Q	Q	S	S	D		T
Linha-1	09:00	10:00	x	x	x	x				x	10
Linha-2	11:00	13:00		x	x	x	x	x		x	10
Linha-3	15:00	19:00	x	x	x	x	x	x		x	15

Quadro de Horários de Chegada

Linha (Origem-Destino):	Hora Partida (Origem):	Hora Chegada (Destino):	Tempo Tolerância do Percuro:	Atraso Típico (min):

Total de Lançamentos:

Figura 18 – Janelas de Definição das Linhas e Horários

Após definir um cenário, o usuário escolhe no menu principal a opção de simulação como visto nas figuras 19 e 19.1. A janela de execução da simulação é então acionada com a opção de digitar quantas corridas, na forma de dias, se deseja rodar. Ao clicar no botão “Iniciar” é perguntado ao usuário em quantas vezes deseja repetir o experimento. Os trabalhos pesquisados sobre simulação descritiva sugerem um mínimo de 10 repetições para cada dado de interesse para se obter uma medida válida e aceitável estatisticamente (SALIBY, 1989). Assim, por exemplo, para se obter uma amostra de 10 medições seriam necessárias 100 corridas, ou seja, 10 repetições para cada dado vezes os 10 dados de amostra que se deseja. Suponha que se deseja obter os dados de um dia de simulação durante 5 dias consecutivos (o simulador permite variar a seqüência de dias); um dia tem 1440 minutos, 5 dias de amostra precisará de 7200 minutos. A corrida será então de $7200 \times 10 = 72000$ minutos, em $5 \times 10 = 50$ rodadas.

A evolução da simulação é apresentada em tempo real através de uma janela de cinemática que mostra o que está acontecendo internamente com cada evento no momento em que está sendo gerado.

O fluxograma do ANEXO 1 mostra o funcionamento do SIMTERP. Trata-se de uma representação esquemática genérica que é detalhada no algoritmo do ANEXO 2.

Cinematika da Simulação - Cenário Registrado: teste Código: 0000001

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 27 28 30 31 32 33

Valores Assumidos para Simulação:		Dados em Simulação	
Período de Simulação Configurado (em Minutos).....	1440	Passageiros/Visitantes Chegando (ao Terminal).....	1649
Área Total Linear do Terminal (em metros quadrados)...	5000	Passageiros/Visitantes Saindo (do Terminal).....	1446
Quantidade de Pavimentos (andares).....	1	Passageiros Chegando nos Guichês (formando fila)...	2183,377
Limite de Pessoas por Metro Quadrado.....	4	Passageiros Comprando Passagens (todas Linhas)...	2156,7098
Quantidade de Empresas Configurada.....	3	Passageiros Deixando os Guichês (formando fila)...	2156,7098
Quantidade de Linhas Configurada.....	3	Passageiros por Guichês (total dividido por guichê)...	272,8961
Quantidade de Horários Configurada.....	15	Passageiros Desembarcando (ônibus que chegaram)...	620700
Quantidade de Baías nas Plataformas de Partida.....	8	Passageiros Embarcando (em ônibus dentro horário)...	578943
Quantidade de Baías nas Plataformas de Chegada.....	7	Tempo de Espera para Embarque (média de espera)...	15
Quantidade de Guichês (Ativos/Inativos).....	9	Tempo Total de Desembarque (até ônibus vazio).....	10
Total de Atendentes em Todos os Guichês.....	20	Tempo de Manobra para Embarque.....	6
Quantidade de Lojas (Ativas/Inativas).....	5	Tempo de Manobra para Desembarque.....	8
Capacidade dos Banheiros Ativos (Sanitários).....	6	Partidas de Ônibus: 69	Chegadas de Ônibus: 46
Quantidade de Telefones Públicos (Ativos).....	4		
Quantidade de Dias para o Período de Simulação: 1 / 1		<input type="button" value="Iniciar"/>	<input type="button" value="Reiniciar"/> <input type="button" value="Interromper"/> <input type="button" value="Sair"/>

Figura 19 – Janela da cinematika da simulação

Mensagens do Sistema

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).EntramTerminal = 1649
 0 1439 N.A = 0,87626

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemTerminal = 1446
 0 1438

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).EntramBanheiro = 689
 N.A = 0,17525

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemBanheiro = 674

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).TempoMedPerm = 1439

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).ChegamGuiche = 26,66719999999999

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemGuiche = 2156,7098

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).Embarcam = 219

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).Desembarcam = 414

Resolução de Filas:
 Capacidade Média Definida de Pessoas no Sistema(Terminal): 1250
 Taxa de Chegada Banheiros(lambda):
 Taxa de Saída Banheiros(micron):
 Taxa de Chegada Guiche(lambda):
 Taxa de Saída Guiche(micron):

Figura 19.1 – Janela da cinematika da simulação

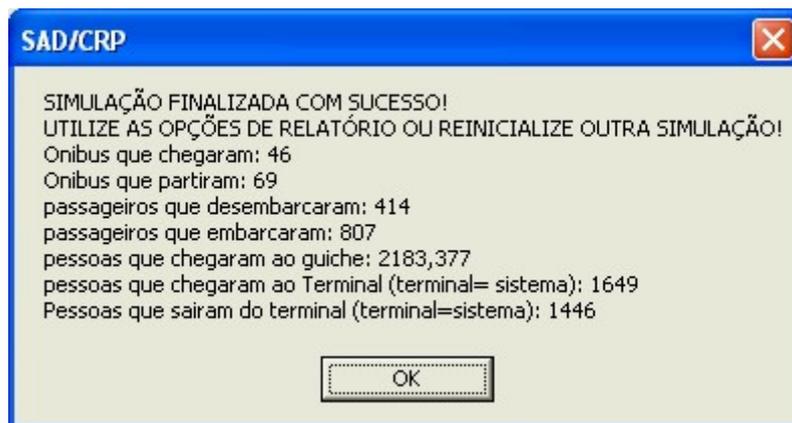


Figura 20 – Janela de informações da finalização da simulação

6.6.2 Informações Geradas

O SIMTERP emite relatórios com os dados gerados para verificação passo-a-passo e assim permitir a análise do que ocorreu em cada momento. Um relatório lista a corrida da simulação por tempo mostrando os eventos gerados como nas figuras 21 e 21.1 e, o outro visto nas figuras 22 e 22.1, lista os eventos com o tempo de ocorrência de cada um. Ao final dos relatório são apresentados as médias e os desvios-padrão calculados para a corrida.

Tempo Rodada N.A. Gerado (minutos)	Evento (Valores cumulativos)	razão entrada/saída	Taxas Relacionadas
[0001] 0001|0,58154 |	Pessoas Entrando: 1.624	1624	
[0002] 0001|0,36609 |	Pessoas Entrando: 1.626	813	
[0003] 0001|0,48764 |	Pessoas Entrando: 1.628	542,666666666667	
[0004] 0001|0,28254 |	Pessoas Entrando: 1.630	407,5	
[0005] 0001|0,30799 |	Pessoas Entrando: 1.632	326,4	
[0006] 0001|0,26455 |	Pessoas Entrando: 1.634	272,333333333333	
[0007] 0001|0,11916 |	Pessoas Entrando: 1.636	233,714285714286	
[0008] 0001|0,95440 |	Pessoas Saindo: 1.489	1489	
[0009] 0001|0,39948 |	Pessoas Entrando: 1.638	182	

Figura 21. Relatório da simulação por tempo - Cabeçalho

Relatório dos Dados Utilizados na Simulação

[1435]	0001|	0,60573 |	Pessoas Embarcando: 1.602
[1435]	0001|	0,60573 |	Pessoas Desembarcando: 846
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Saindo: 2.921 5,11558669001751
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Embarcando: 1.605
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Desembarcando: 812
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Saindo: 2.924 5,11188811188811
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Embarcando: 1.605
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Desembarcando: 848
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Saindo: 2.927 5,10820244328098
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Embarcando: 1.113
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Desembarcando: 850
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Saindo: 2.930 5,10452961672474
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Embarcando: 1.611
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Desembarcando: 814

Estatísticas da Corrida para o Dia 0001:
Média Sairam (por minuto): 5,1045 - Média Entraram (por minuto): 3,8012 ||
Média Embarcaram (em todos os ônibus): 1,796 - Média Desembarcaram (em todos os ônibus): 1,1337 |

*** Fim do Relatório ***

PET/COPPE - Programa de Engenharia de Transportes - UFRJ Pág. : 1

Figura 21.1. Relatório da simulação por tempo – Resumo no final

Relatório dos Dados Utilizados na Simulação

UFRJ - PET/COPPE - Programa de Engenharia de Transportes

SAD/CRP - Avaliação de Desempenho de Centros Rodoviários de Passageiros

RELATÓRIO DA SIMULAÇÃO outubro 23, 2006

Nome do Cenário: teste

Número de Rodadas (Dias): 2 Período de Tempo Total para Cada Rodada (Minutos): 1440

Evento	Tempo da Ocorrência
Pessoas Entrando Terminal.....: 1.624	0001.....0001|
Pessoas Entram Banheiro.....: 700	0001.....0001|
Pessoas Chegam Guiche.....: 2.203	0001.....0001|
Pessoas Deixam Guiche.....: 2.143	0001.....0001|

Pessoas Entrando Terminal.....: 1.626	0002.....0001|
Pessoas Entram Banheiro.....: 701	0002.....0001|
Pessoas Chegam Guiche.....: 2.205	0002.....0001|

Figura 22. Relatório da simulação por evento - Cabeçalho

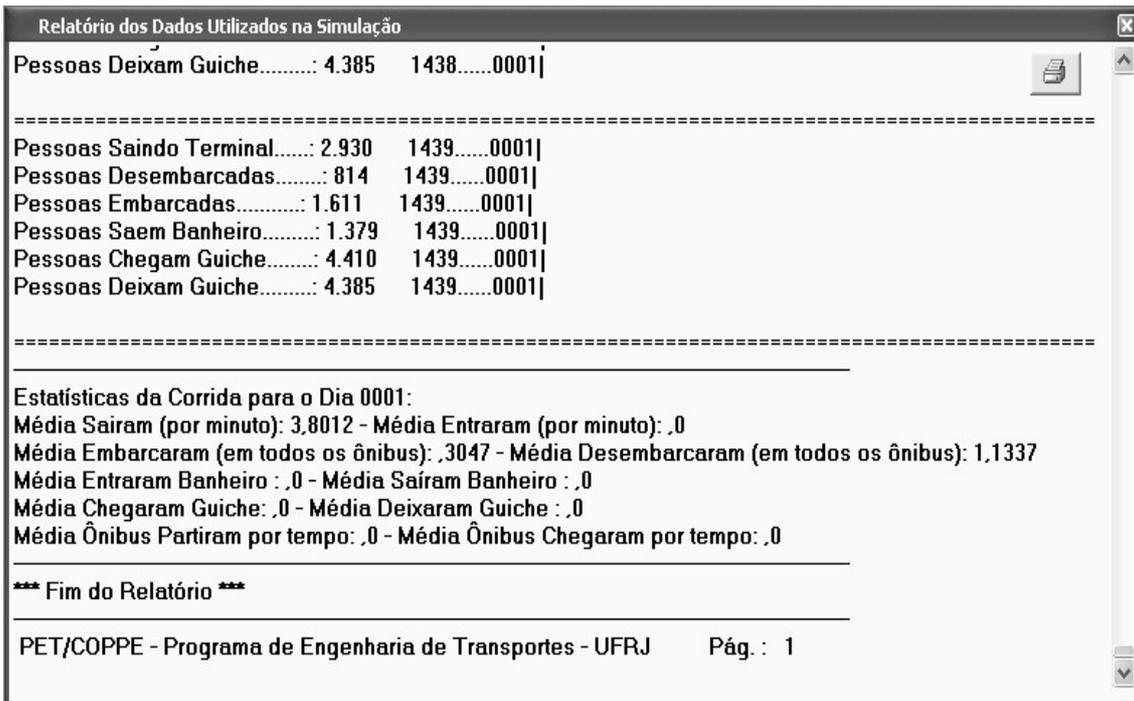


Figura 22.1. Relatório da simulação por evento – Resumo no final

A figura 23 apresenta o resultado da simulação na forma de índices calculados segundo definido no Modelo de Avaliação de Desempenho. Esse é o objetivo do SIMTERP, calcular índices nas cinco dimensões que compõem a análise de desempenho do terminal fornecendo o índice único, IGDT, como resultado da combinação de todos os outros índices.

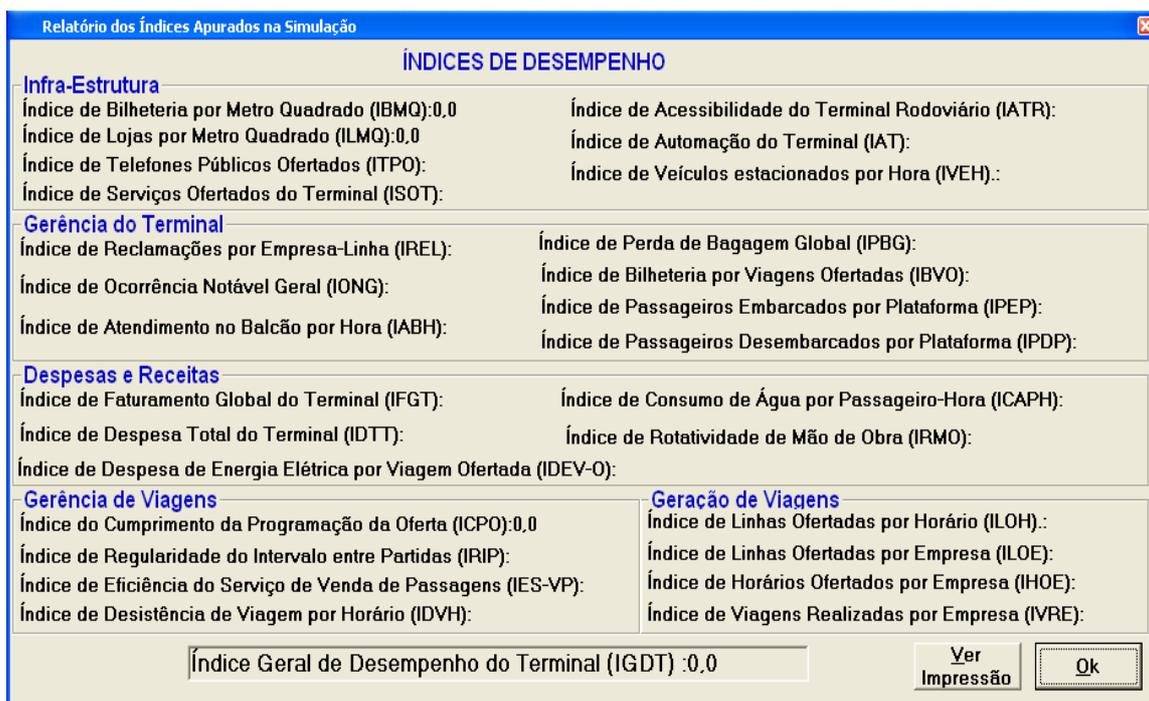


Figura 23. Tela de Apresentação dos Índices calculados

6.7 Limitações e Extensões do Modelo de Simulação

A proposta do SIMTERP não é ser um Modelo de Micro Simulação, no qual todos os aspectos da dinâmica diária do terminal são considerados em detalhes. Isso significa que a maioria das rotinas tais como mudança de horários, suplementação de viagens com a colocação de mais ônibus, estatísticas de atendimento a passageiros, movimentação nas dependências foram agregadas, ou mesmo desconsideradas.

Foi utilizado somente um questionário para levantamentos pontuais. É necessária a criação de mais questionários para investigar aspectos nos pontos de interesse do Terminal, quais sejam, guichês, plataformas, administração, banheiros e áreas comuns. Algumas sugestões de questionários encontram-se nos ANEXOs 8 e 10.

Os horários considerados para teste foram adotados da experiência do PDTU/RMRJ (2005). Deve-se realizar uma pesquisa mais detalhada e precisa nos terminais utilizando algum critério demarcatório de agrupamento seja por regiões, por tamanho das cidades ou mesmo por demanda turística, de maneira a conhecer a realidade, não só no Estado do Rio de Janeiro, mas também nos quase 3600 municípios brasileiros, dos perfis dos horários de viagens praticados.

Embora a modelagem do SIMTERP tenha procurado contemplar a totalidade dos fatores que configuram a gestão de uma estação rodoviária, muitos aspectos gerenciais não foram incluídos no software. Esse fato abre a perspectiva de se fazer melhorias, tanto no tratamento de dados como também na interface com o usuário.

Para cada fenômeno estudado na modelagem do SIMTERP, vários algoritmos de solução foram pesquisados (KNUTH, 1981) (ARSHAM, 2000) (<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/index.html>, visitado inúmeras vezes). Assim foi no tratamento das filas nos guichês, banheiros, entrada no terminal, embarque e desembarque nos ônibus e partidas e chegadas nas plataformas. A circulação das pessoas e a aleatoriedade de ocorrência dos eventos foram deliberadamente assumidas como sendo lineares ou com distribuição normal, o que não corresponde com a realidade sazonal da geração de viagens. Essas insuficiências no tratamento matemático do modelo propiciam a adoção de algoritmos

mais precisos e de outros que possibilitem trabalhar a natureza nebulosa de alguns fenômenos.

Portanto, considerando esses e outros aspectos do modelo de simulação, e da engenharia utilizada na construção do software, mais pesquisas são necessárias para aprimorar e tornar robusto o SIMTERP.

7.0 Estudo de Caso

7.1 Considerações iniciais

Do ponto de vista da pesquisa sobre terminais rodoviários de passageiros no sistema de transporte público no Brasil, as carências são acentuadas. O reduzido número de pesquisadores e ferramentas, ao lado da fraca atuação dos órgãos públicos e privados com relação ao assunto, implica necessariamente em poucos recursos para o desenvolvimento de pesquisas nesse setor, dificultando o entendimento do fenômeno “*gestão de terminal rodoviário intermunicipal de passageiros*” em bases científicas.

Como decorrência desta situação, os resultados das pesquisas e ensaios realizados, assim como o processo de divulgação dos conhecimentos e transferência de tecnologia para o meio técnico, tem sido incipiente e não tem suprido as necessidades reais de conhecimento dos terminais rodoviários no País. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento desta dissertação poderá auxiliar a cobrir uma lacuna existente na área de planejamento de sistemas de transporte e, particularmente, no planejamento e na operação de Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais.

7.2 Simulação de dois Terminais no Estado do rio de Janeiro

7.2.1 Definição dos Terminais

Com o objetivo de testar a validade da metodologia de avaliação de desempenho bem como da simulação realizada pelo SIMTERP, foram definidos dois terminais com características distintas considerando as diferenças sócio-econômicas regionais, vocações turísticas e dados sobre os transportes conforme as tabelas da Fundação CIDE, apresentadas no ANEXO 5. Além desses aspectos, foram considerados os períodos do ano em semanas, em meses e em dias obedecendo ao calendário festivo e religioso nacional, épocas de pico de demanda.

As características gerais, tanto físicas como de oferta e demanda destes terminais, foram retiradas da listagem contida no ANEXO 3.

7.2.2 Execução e Resultados da Simulação

Para cada terminal foi definido um conjunto amostral de 10 elementos de dados que se constituem nos índices. Isto significa que, para obter cada elemento de dado da amostra, foi necessário rodar 10 vezes a simulação. O SIMTERP possui uma opção para o usuário definir a quantidade de vezes que deseja repetir o experimento.

7.2.3 Análise dos Resultados

Os gráficos são obtidos a partir dos dados gerados pela simulação. O procedimento de análise é comparar esses dados com aqueles retirados da realidade conforme apresentado nos ANEXOS 3, 5, 7 e 9. Verifica-se a correlação entre os dois conjuntos de dados, simulado e real, quais as possibilidades de aderência entre eles e se estas são significativas. O objetivo é saber se a realidade dos fatos corrobora a hipótese de validade dos dados gerados pelo SIMTERP como sendo significativos para representarem os fenômenos com alto grau de confiabilidade.

7.3 Considerações finais

A faixa de valores das variáveis aleatórias foi adotada em função da literatura pesquisada. O modelo matemático utilizado foi simplificado, gerando somente médias e desvios-padrão dos dados gerados, o que limita as análises. Os cálculos das filas foram realizados utilizando algoritmos assumindo que as distribuições são exponenciais do tipo normal.

É necessário realizar pesquisas de campo para apurar quais são as medidas efetivamente praticadas na realidade e compará-las com os resultados das simulações.

Em função da experiência do Plano Diretor de Transportes Urbanos para a Região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro de 2005 (PDTU/RMRJ, 2005) os horários adotados para a pesquisa foram restringidos aos mesmos praticados:

- Período de Pico da Manhã - PM: 06:30 às 9:29 h.
- Período de Entre-pico da Manhã - EPM: 9:30 às 11:29 h.

- Período de Pico do Almoço - PA: 11:30 às 13:30 h.
- Período de Entre-pico da Tarde - EPT: 13:30 às 16:59 h.
- Período de Pico da Tarde – PT: 17:00 às 19:59 h.
- Período Noturno e Pré-pico da Manhã- PN-PPM: 20:00 às 06:29 h.

Entretanto, devido à natureza do estudo do PDTU/RMRJ nada se pode afirmar sobre se os horários nos Terminais se comportam da mesma maneira.

8. Conclusões e Recomendações

8.1 Conclusões

Após a aplicação do programa computacional desenvolvido, a análise dos dados gerados confrontados com o que se observa na realidade permitiu concluir que os resultados obtidos foram satisfatórios e, se fossem aplicados, certamente o desempenho e os níveis de serviços nos terminais melhorariam. O programa de simulação, mesmo utilizando-se de alguns procedimentos heurísticos simplificados, forneceu resultados que, quando não reproduziram os valores desejados para as situações reais encontradas, muito se aproximaram destas, comprovando que está operacional e confiável além de ser de fácil aplicabilidade. O SIMTERP permite variar a faixa de valores dos dados de entrada de forma a encontrar as melhores composições de operação para os cenários definidos.

Uma das vantagens do modelo de avaliação proposto é a simplicidade de introduzir os dados e de se obter e analisar os resultados. Considerando a falta de estatísticas e as dificuldades de obtenção de dados em países em desenvolvimento como o Brasil, o SIMTERP permite que, com as informações normalmente disponíveis nos órgãos públicos e em algumas empresas privadas, se obtenha resultados que se aproximam da realidade, mesmo sendo esta espelhada por escassas informações.

O Terminal Rodoviário de Passageiros que oferta viagens intermunicipais, não só proporciona viagens, mas interfere no trânsito do entorno, atua com serviços assistenciais de saúde, fiscais e aduaneiros, viabiliza o comércio de varejo além de possibilitar inúmeras outras atividades sociais e recreacionais. Justifica-se, portanto, que mereça estudos para racionalização de sua operação, de maneira que possa continuar a oferecer aos habitantes das cidades, um serviço eficiente e seguro, e é aí que se torna válida a contribuição do SIMTERP.

8.2 Recomendações

Diante das pesquisas e análises realizadas nessa dissertação, verificou-se que alguns pontos de interesse merecem atenção especial por parte da comunidade científica, das empresas e entes públicos:

- 1) Existe a necessidade de auxiliar os órgãos públicos, no que diz respeito à tomada de decisão, na implementação de políticas públicas de transportes intermunicipais, tanto em termos dos critérios que norteiam o amparo legal como naqueles que definem as práticas operacionais;
- 2) A carência de um ferramental teórico-prático para a tomada de decisão justifica os investimentos em mais pesquisas;
- 3) Deve-se fomentar a criação de uma Base de Dados relativa às demandas, ofertas e oportunidades de negócios do setor;
- 4) Pelo que se verifica nas cidades brasileiras, o mercado de viagens intermunicipais carece da formação de uma Rede Nacional de Terminais Rodoviários de Passageiros (RNTRP);
- 5) Monitoração da integração regional a partir do volume constatado de viagens intermunicipais pendulares no modo rodoviário de forma a conhecer os impactos nas redes viárias;
- 6) Incrementar a troca de informações, através de padrões e protocolos de comunicação, entre os diversos agentes econômicos, operadores e entes públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C.J.P. e ALMEIDA, P.M.S. (1992). Avaliação e dimensionamento de terminais de passageiros: um outro ponto de vista, Anais do VI ANPET, vol. II, pp 926-936, Rio de Janeiro.

ANDERSON, TIM, (2002). A Data Envelopment Analysis (DEA) Home Page, www.Emp.pdx.edu, Acessado em 2002.UK.

ANTT (2002). SAT: Sistema de Avaliação de Terminais. ANTT. Brasil.

ARAÚJO, Davi R. C. (2003). Comparação das Simulações de Tráfego dos Modelos Saturn e Dracula. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARSHAM, H.(2000). The Use of Simulation in Discrete Event Dynamic Systems Design, Journal of Systems Science, 31(5),563-573.

ATKINSON, A. (1998). Strategic performance measurement and incentive compensation. European Management Journal. Grã-Bretanha: Pergamon, vol.16, n.5, p.552-561, 1998.

ATRS, Global Airport Performance Benchmarking Report (2004). Global Airport Benchmarking Task Force; Air Transport Research Society. Updated: February.

AZAMBUJA, Ana Maria Volkmer de (2002). Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros. Florianópolis, 2002. 385f. Tese Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

BALCI, O. (1998). Verification, Validation and Testing *in* Handbook of Simulation, Chapter 10, pp. 335-393 John Wiley & Sons.

BANDEIRA, Michelle G., CORREIA, Anderson (2007). A Qualidade Dos Serviços De Terminais De Passageiros Como Visão Estratégica No Gerenciamento De Aeroportos. CONINFRA - Congresso De Infra-Estrutura De Transportes. São Paulo, SP. Brasil.

BANKER, R.D., CHARNES A., COOPER W.W.(1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management Science, v.30, n.9.

BÁRBARA, Vanessa (2003). Comédia Passageira. In [www.EmCrise - Terminal Rodoviário Tietê.htm](http://www.EmCrise-TerminalRodoviárioTietê.htm). Acessado em agosto de 2006.

BARRA, André L. O. (1981). Modelo para Alocação de Frotas de Ônibus em Terminais. Tese Mestrado. 05/01/81. IME. Rio de Janeiro. RJ.

BITITCI, U.S.; CARRIE, A.S.; McDEVITT, L. (1997). Integrated performance measurement systems: an audit and development guide. *The TQM Magazine*. v.9, n.1, p.46-53, 1997.

BRONSON, Richard (1985). *Pesquisa Operacional*. Editora McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. SP.

CASTELO BRANCO, J.E.S. (1998), *Indicadores de Qualidade e Desempenho de Ferrovias (Carga e Passageiro)*, ANTF – Associação Nacional de Transportes Ferroviários, Brasília;

CHARNES A.; COOPER W.W.; RHODES E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n.2.

CHARNES, A, COOPER, W.W., LEWIN, A .Y; SEIFORD, L. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers

CORREIA, A.R. e ALVES, C.J.P. (2005). Análise de desempenho de configurações de terminais de passageiros em aeroportos, XIX ANPET, vol.1, pp 415-426. Recife.

CYBIS, Helena B. B., Ariotti, Paula, Zignani, Rita de C., Araújo, Davi R. C. (2004). Avaliação da Operação de um Terminal de Transporte Público através do Micro-Simulador DRACULA. III Semana de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, RS.

CYBIS, Helena B. B., Araújo, Davi R. C., Guzen, Erico R., Giustina, Cristiano D. (2002). Aplicação do Micro-Simulador de Tráfego DRACULA em Porto Alegre. II Semana de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, RS.

D'AGOSTO, Márcio A. (1999). *Avaliação do Desempenho Operacional de Sistemas de Transportes Urbanos em Vias Segregadas*. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro.RJ.

DALKEY, Norman C. (1969). *The Delphi Method: An experimental study of group opinion*. United States Air Force Project RAND. RM-5888-PR. June 1969. RAND Corporation. Santa Mônica, Califórnia. USA.

DANTAS, Cesar G. (1983). *Simulação de Terminais Ferroviários Suburbanos de Passageiros*. Dissertação de Mestrado. IME. 01/07/83. Rio de Janeiro.RJ.

DOUGLAS, A. Samuelson and Charles M. Macal (2005). Agent-Based Simulation Comes of Age: Software opens up many new areas of application. *Modeling Technique in OR/MS Today Magazine*.

DNER (1986). MITERP. *Manual de Implantação de Terminais Rodoviários de Passageiros – MITERP*. DNER. Ministério dos Transportes. Brasil.

EMROUZNEJAD, A (2001). "An Extensive Bibliography of Data Envelopment Analysis (DEA), Volume I - V ", disponível em <http://www.warwick.ac.uk/~bsrlu>,

Business School, University of Warwick, Coventry, UK. Acessado em 02 de julho de 2006.

ETTEMA, Dick, Timmermans, Harry (1997). Activity-Based Approaches to travel analysis. Elsevier Science Ltd. UK.

FAIRLEY, R.E. (1976). Dynamic Testing of Simulation Software, Proceedings of the 1976 Summer Computer Simulation Conference, Washington, D.C., pp. 40-46.

FARRELL, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120(3), 253–290.

FAVELL, I. (2004). The Competency Toolkit. Fenman, Ely and Cambs. UK.

FEITOSA, M.V.M., ALVES, C.J.P. e ALMEIDA, P.M.S. (1999). Análise do desempenho de componentes de desembarque em terminais de passageiros aeroportuários utilizando simulação, Anais do XXXI SBPO, pp 992-1003, Juiz de Fora.

FERIANCIC, Stanislav, Verroni, José H.Z., Feriancic, Gabriel (2003). Planejamento sistêmico de terminais rodoviários nas regiões metropolitanas. 14º Congresso Brasileiro de Transporte e Transito. ANTP, Vitória- ES. Outubro 2003.

FERREIRA, Adriano H. S., ORRICO FILHO, Rômulo Dante, SANTOS, Enilson M. (2002). Contribuição à análise de desempenho de serviços de transporte público por ônibus de longa Distância, XVI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes.

GIACAGLIA, M.E. e GUALDA, N.D.F. (2000). Proposta de Modelo de Dados para os Indicadores-chave da ANTP, Revista Transportes Públicos – ANTP/Ano22/2000/3o Trimestre, pp 103-120;

GODET, M. (1993). Manual de Prospectiva Estratégica – Da Antecipação à Ação. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

GONÇALVES, Ângelo F. M. (1986). Análise de Configurações de Terminais Ferroviários Suburbanos de Passageiros com o Emprego de Simulação. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. RJ.

GONÇALVES, Ângelo F. M. (1996). Simulação da operação de sistemas de veículos leves sobre trilhos. Tese de Doutorado. PET/COPPE. UFRJ. Rio de Janeiro. RJ.

GOUVÊA, Vânia Barcellos (1980). Contribuição ao Estudo de Implantação de Terminais Urbanos de Passageiros. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. RJ.

HRONEC, S.M. (1994). Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos. São Paulo: Makron Books.

INPE (1988). II Workshop Brasileiro de Simulação. ANAIS. Págs. 1, 48 e 81. São José dos Campos. SP

KAPLAN, Roberto; NORTON, David (1997). A estratégia em ação: balanced scorecard. Rio de Janeiro: Ed. Campus.

KNEIB, E. C. (2004). Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

KNUTH, D.E., (1981). The Art of Computer Programming, Volume 2 Seminumerical Algorithms, Addison-Wesley, Reading Mass..

LEBAS, M.J. (1995). Performance measurement and performance management.. International Journal of Production Economics. v.1-3, n.41, p.23-35. Amsterdam,

LEIBFRIED, K.H.J.; MCNAIR, C.J. (1994). Benchmarking: uma ferramenta para a melhoria contínua. Ed. Campus. Rio de Janeiro. RJ

L'ECUYER P. (1998). Random number generation. In Handbook on Simulation, J. Banks (ed.), John Wiley & Sons.

LIEBERMAN, E.; RATHI, A. K. (2006). Traffic Simulation. In: Gartner, N.; Messer, C.M.; Rathi, A. K. (Eds.) Monografia revisada sobre Teoria de Fluxo de Tráfego. EUA: Federal Highway Administration, 1997. Cap. 10. Disponível em url: <<http://www.cta.ornl.gov/cta/research/trb/CHAP1.PDF>> Acesso em agosto de 2006.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. (1982). Simulation modeling and analysis. New York: McGraw-Hill.

MAGRI, A A; ALVES, C.J.P. (2003). Uma metodologia para avaliação da qualidade de serviço em terminais aeroportuários, 2003 International Conference - Airports: Planning, Infrastructure & Environment. Trabalho completo em CD-ROM, Rio de Janeiro. RJ.

MARTINEZ ALVARO, O., BARBADILLO LÓPEZ, R. (2006). Bus station inventory and classification in Spain. Carretera. Volume 4. Número 146. pp 21-30. Spain.

MEDEIROS, D.J.; WATSON, E.F.; CARSON, M.S. (1998). Toward Increased Use Of Simulation In Transportation. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. Manivannan.

MEERSMAN, Hilde, VAN DE VOORDE, Eddy, VANELSLANDER, Thierry (2004). Transport objectives, Instruments and Indicators, Department of Transport and Regional Economics, University of Antwerp.

MENDOZA, G.A., MACOUN, P., PRABHU, R., SUKADRI, D., PURNOMO, H., HARTANTO, H. (1999). Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. Center for International Forestry Research (CIFOR). Jakarta, Indonésia.

MESQUITA, Lucia Barros de (1981). Terminais Rodoviários. Tese de Mestrado. USP. São Paulo.

MONTEIRO DE BARROS, Julio Manuel Andrade (2001). Infra-estrutura e deslocamento regional. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

MORLOK, E.K. (1978). Introduction to Transportation Engineering and Planning, Capítulo 7, McGraw-Hill.

MOUETTE, D. e FERNANDES, J.F.R. (1996). Aplicação do Método de Análise Hierárquica (MAH) na Análise e Avaliação dos Sistemas de Transportes Urbanos. Transportes, ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, vol. 4 (1), pp. 39-59.

MOUETTE, D. e FERNANDES, J.F.R. (1993). A Avaliação de Impactos e a Tomada de Decisão no Planejamento de Transportes através do Método de Análise Hierárquica. Anais do XXV SOBRAPO, Novembro 1993, pp. 198-201.

MOREIRA, Roberto (2000). Avaliação de Projetos de Transportes Utilizando Análise Benefício Custo e Método de Análise Hierárquica. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro.

MOTTA, Paulo Roberto (1991). Gestão Contemporânea. Rio de Janeiro. Editora Record.

MÜLLER, C.J. (2003). Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MURALHA, Marcos (1990). Avaliação de Desempenho do Transporte de Passageiros por Ônibus. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. RJ.

NAJMI, M.; KEHOE, D.F. (2001) The role of performance measurement systems in promoting quality development beyond ISO 9000. International Journal of Operations & Production Management. v.21, n.1/2, p.159-172.

NAYLOR, Thomas H., BALANTFY, Joseph L., BURDICK, Donald S., CHU, Kong (1966). Computer Simulation Technique, Capítulos II,III,VI e IX. John Wiley & Sons.

NEELY, A. (1999). The performance measurement revolution: why now and what next? International Journal of Operations & Production Management. Bradford, v.19, n.2, p.205-228, 1999.

NEELY, A.; BOURNE, M. (2000.). Why measurement initiatives fail. Measuring Business Excellence. v.4, n.4, p.3-6, 2000.

NEELY, A.; RICHARDS, H.; MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M. (1997) Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management*. Bradford, v.17, n.11, p.1131-1152, 1997.

NÓBREGA, Rosângela G. (2001). Memórias do Futuro. In: Tema 153 - ANO VIII - Nº 53 – 2001. SERPRO. Superintendência de Consultoria Tecnológica. Brasília. Brasil

NORREKLIT, H. (2000). The balance on the balanced scorecard: a critical analysis of some of its assumptions. *Management Accounting Research*, London, v.11, n.1, p.65-88, Mar. 2000.

NOVAES, Antonio G.N. (2001). Rapid-Transit Efficiency Analysis With The Assurance-Region DEA Method. *Pesquisa Operacional*. Vol.21 no.2. Rio de Janeiro.RJ.

NTU/ANTP (2000). Planejamento e Tomada de Decisão no Transporte Público Urbano. Associação das Empresas de Transportes Urbanos - NTU/ANTP.

NTU/ANTP (1999). Integração nos Transportes Públicos – Uma Análise dos Sistemas Implantados. Pesquisa NTU – Relatório Final. Associação das Empresas de Transportes Urbanos - NTU/ANTP.

ORTÚZAR, J., WILLUMSEN, L. (1990). *Modelling Transport*, Ed. John Wiley & Sons.

PARK, S.K., K.W. MILLER (1988). Random Number Generators: Good Ones are Hard to Find, *Comm. of the ACM*, V. 31. No. 10, pp 1192-1201.

PARMENTER, David (2007). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Ed. John Wiley & Sons.

PDTU/RMRJ (2005) - Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - Relatório 8 – Pesquisa Origem Destino Governo do Estado do Rio de Janeiro 24/03/2005. Secretaria de Estado de Transportes. RJ.

PEREIRA, Arnaldo L.S.; SOARES, Luiz A. e INFANTI, Amaury Panella, Carlos A.; MATSUMOTO, Carlos H.; FERNANDES, Cláudio M.; HIGUCHI, Hideo; PIRES, Levino; DA COSTA, Moacir Á.; LEITE, Raimundo C.S.; SAKAMOTO, Rosemeire Z. (2005). IQT – Índice de Qualidade do Transporte: Uma ferramenta na gestão do transporte na Região Metropolitana de São Paulo. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito - ANTP. Goiânia, Brasil 08 a 11/08/2005.

PEREIRA, W.A.N. (2001). Modelo Multicritério de Avaliação de Desempenho Operacional do Transporte Coletivo por Ônibus no Município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

PORTUGAL, L. S., GOLDNER, L. G. (2003), Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viário e de Transportes. Edgard Blucher LTDA.

RASHID, O., COULTON, P., EDWARDS, R., FISHER, A., THOMPSON, R. (2005). Mobile information systems providing estimated time of arrival for public transport users. IEEE Vehicular Technology Conference. Volume 61. pp 2765-2769. UK.

RATTNER, Henrique (1979). Estudos do Futuro: introdução à antecipação tecnológica e social. Editora da Fundação Getulio Vargas, São Paulo. SP.

ROMEU, Madalena (2006). Os passageiros da agonia. Jornal O DIA, Caderno Geral. Edição de Domingo. 23 de abril de 2006. Rio de Janeiro. RJ. Brasil.

SALIBY, Eduardo (1989). Repensando a Simulação: a amostragem descritiva. Ed. Atlas. São Paulo. SP.

SAATY, T. L. (1991). Método de Análise Hierárquica. Makron Books do Brasil Editora Ltda. e Editora McGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro/RJ

SARGENT, R. (2000): Verification validation, and accreditation of simulation models. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference. J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and P. A. Fishwick, eds. (<http://www.informs-cs.org/wsc00papers/009.PDF>).

SIMÕES, Raul de B. A., Balassiano, Ronaldo. (2002) Transportes de Passageiros, Impactos e Desigualdades Sociais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In.: RIO URBANO. Revista da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Fundação CIDE. Nº 1, p. 60-69.

SINK D.S.; TUTTLE, T.C (1993). Planejamento e medição para performance. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed..

TAKASHINA, Newton Tadashi. FLORES, Mario Cesar Xavier (1996). Indicadores da Qualidade e do Desempenho: como estabelecer metas e medir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.

TAVARES, Gabriel (2002). A Bibliography Of Data Envelopment Analysis (1978-2001). RUTCOR RESEARCH REPORT - 01-02, January, 2002, Rutgers University, NJ, USA.

TCQSM (2003). Part 7 Stop, Station, And Terminal Capacity. Transit Capacity and Quality of Service Manual.. 2nd Edition.

TRB (2001). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., U.S.A.

UITP (1997). Methods for measuring passenger expectations and satisfaction. International Union of Public Transport. UE. Brussels.

VOGT, Carlos (2007). Modelos e Modelagem. In <http://www.comciencia.br/reportagens/modelagem/mod01.htm>. Acessado em 10/01/2007.

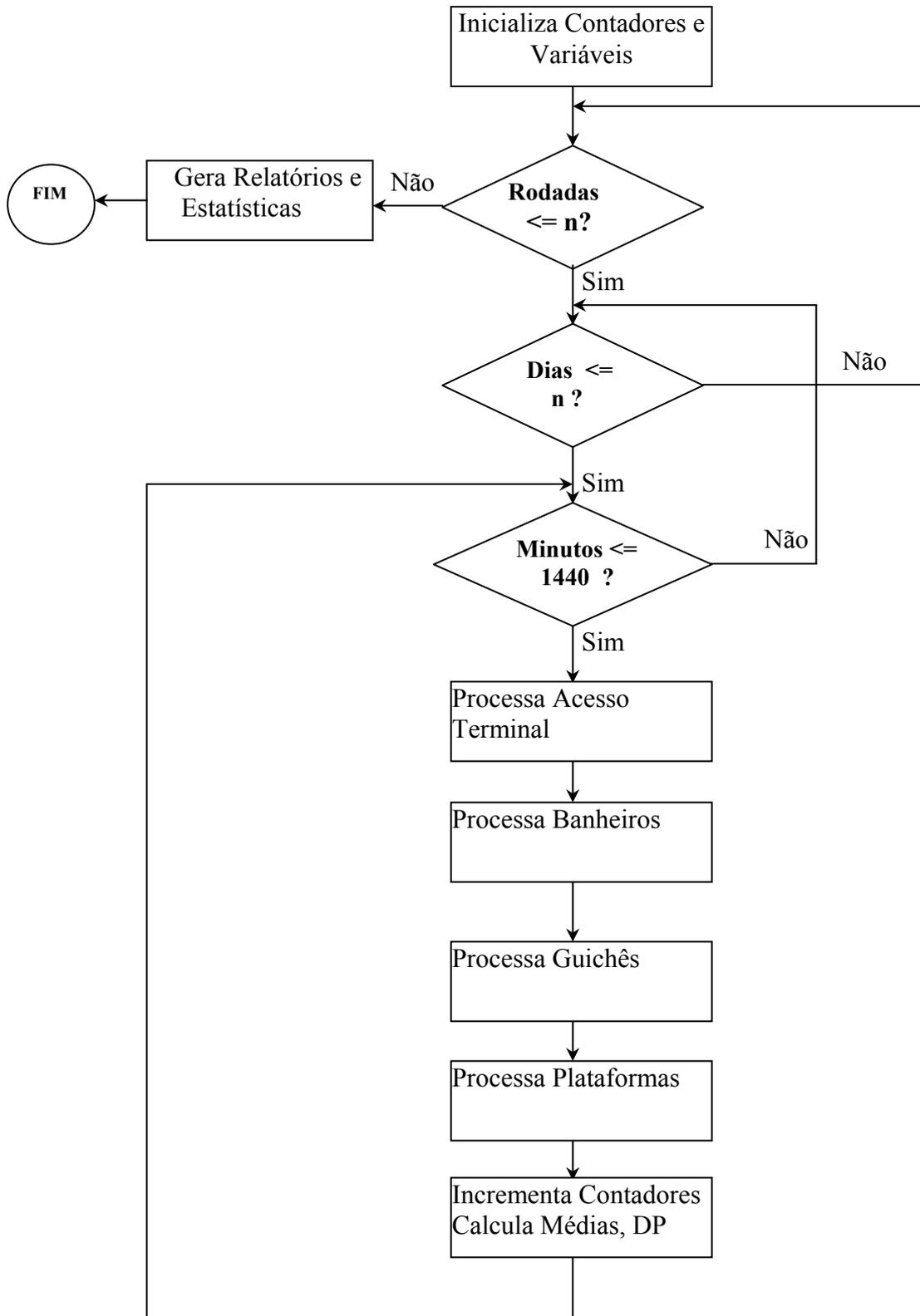
WRIGHT, P.H. and ASHFORD, N.J. (1998) Transportation Engineering, Capítulo 15, John Wiley & Sons.

ZEIGLER, B.P. (1976), Theory of modelling and simulation. Wiley & Sons. New York. US.

SÍTIOS PESQUISADOS

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/index.html>, visitado inúmeras vezes
www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest, visitado inúmeras vezes
www.trb.org, visitado inúmeras vezes
www.fhwa.dot.gov, visitado inúmeras vezes
www.ite.org, visitado inúmeras vezes
www.abrasce.com.br, visitado em novembro de 2006
www.fhwa-tsis.com, visitado inúmeras vezes
mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=450, visitado em julho de 2005
www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp, visitado inúmeras vezes
www.microsimulation.drfox.org.uk/, visitado inúmeras vezes
www.eltis.org/Vorlage.phtml?sprache=en, visitado inúmeras vezes
www.tsu.ox.ac.uk/research/test/, visitado inúmeras vezes
www.ite.org/, visitado inúmeras vezes
ntl.bts.gov/, visitado inúmeras vezes
www.ntu.org.br/, visitado inúmeras vezes
www.antt.gov.br, visitado inúmeras vezes
www.dnit.gov.br, visitado inúmeras vezes
www.fetranspor.com.br/novo_on_dados_tecnicos.asp, visitado inúmeras vezes
http://www.transportes.rj.gov.br/onibus/onibus_intermunicipais.asp, visitado em 2006
http://www.transportes.rj.gov.br/sistemas/sistemas_evolucao.asp, visitado em 2006
<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>, Instituto Pereira Passos, visitado inúmeras vezes
www.serpro.gov.br/publicacao/tematec/2001/ttec53, visitado em 2006
ec.europa.eu/environment/air/pdf/200181_progr_pt.pdf, visitado em 2006
www.inf.unisinos.br/alunos/arquivos/TC_Cristiane_Mertins.pdf, visitado em 2006
http://www.territorioalgarve.pt/Storage/pdfs/Volume_II_ANEXO_P.pdf, visitado em 2006
<http://perso.ens-lyon.fr/eric.boix/Cat/MorphexPublic/Specifications/modelAnswerToPtolemy.html>, visitado inúmeras vezes

ANEXO 1. Fluxograma da Simulação



ANEXO 2. Algoritmo da Simulação (Teste com valores constantes)

Inicializa Contadores, Parâmetros, Variáveis e Vetores

Inicia Gerador de Números Aleatórios

Aceita $n = \text{numero_de_dias}$

Aceita $\text{tempo_simulacao} = \text{dias_minuto}$

$\text{Numero_de_dias} = 1$

$\text{Dias_minuto} = 1$

Aceita $\text{qtRodadas} = \text{Quantidade_Rodadas}$

Faça Enquanto $\text{qtRodadas} \leq n$

Faça Enquanto $\text{numero_de_dias} \leq n$

Reinicializa contadores e variáveis

Gera NA

$\text{Var1} \leftarrow \text{NA}$

Faça Enquanto $\text{dias_minuto} \leq \text{tempo_simulacao}$ //loop de 1 dia = 1440 minutos

Se $\text{dias_minuto} \leq 1080$ Então // menor ou igual a 18:00 horas

Se $\text{Var1} > 0$ e $\text{Var1} \leq 0.71234$ então // 71,23 % entram no terminal

$\text{pessoasChegam} = \text{pessoasChegam} + 2$ // chegam na taxa de 2/minuto
grava no vetor de simulacao

Senão

$\text{pessoasPartem} = \text{pessoasPartem} + 2$ //29,9 % partem com taxa de 2
grava no vetor de simulacao

Fim-se

$\text{Var2} = \text{Var1}/5$ //1/5 que entram vão ao banheiro

Se $\text{var2} > 0$ e $\text{var2} < 0.312345$ então //31,24% entraram no banheiro?

Gera NA

$\text{var2} \leftarrow \text{NA}$

Se $\text{var2} < 0.5123456$ então //51 % e menor que a capacidade..

Se $\text{pessoasBanEntram} - \text{pessoasBanSaem} < \text{CapaBanheiro}$ então

$\text{pessoasBanEntram} = \text{pessoasBanEntram} + 1$ //entram a 1/minuto

senão

$\text{TempoEspera} = \text{tempoMedPermanenciaBan} + 1$ //espera para entrar

fim-se

$\text{tempoMedPermanenciaBan} = \text{tempoMedPermanenciaBan} + 1$

Senão

$\text{pessoasBanSaem} = \text{pessoasBanSaem} + 1$ // banheiro cheio sai gente

Fim-se

Fim-se

Gera NA

$\text{Var3} \leftarrow \text{NA}$

Se $\text{var3} > 0$ e $\text{var3} < 0.91234$ então //91,24% chegam e vão guichês

Se $\text{quantidade_guiches} > 1$ então //testa se tem guichês

Faça enquanto $\text{contalinhaonibus} < \text{total_linhaehorario}$

se $\text{contalinhaonibus} < \text{globalcontalinhaonibus}$ então

se $\text{vetorprocessafila} < \text{vetorprocessaguiche}$ então

$\text{vetorprocessafila} = \text{vetorprocessaguiche}$

fim-se

fim-se

incrementa contalinhaonibus

fim-faça

fim-se

senão

incrementa $\text{passageirosdeixamguiche}$

fim-se

ANEXO 2 Algoritmo da Simulação (cont.)

se horariodechegada – 16 minutos < dias_minuto então

 fim-se
Senão

 Fim-se
 Gera NA
 Var1 <- NA
Fim-faça

 Incrementa contadores
Fim-faça
Fim-faça

ANEXO 3. Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia part / cheg	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário Américo Fontenelle CODERTE junto a Central do Brasil	15 mil e 400 m2	6 mil 920 m2	-	11.000.000	200.000	14	90	-	-	-
Terminal Rodoviário de Campo Grande CODERTE Zona Oeste do Rio	15 mil e 20 m2	10 mil e 20 m2	lojas comerciais, sanitários públicos, instalações administrativas, PM	10.000.000	172.000	9	34 linhas municipais, 6 linhas intermunicipais e 1 linha interestadual (41 linhas)	24 veículos		1979
<u>Terminal Rodoviário Mariano Procópio</u> (Rio de Janeiro) CODERTE Antiga Estação Rodoviária do Rio de Janeiro Centro do Rio	2 mil e 740 m2	2 mil e 300 m2	Ambulantes	2.000.000	41.000	10	23	-	-	-
Terminal de Ônibus Menezes Cortes (iniciativa privada) CODERTE Antiga sede da CODERTE, Edifício Garagem Menezes Cortes, Castelo, Centro do Rio vendido em fins de 1998	127 mil m2	7 mil 930 m2	Lojas	3.000.000	69.000	20	31 linhas intermunicipais e 19 municipais		-	1973
Terminal Rodoviário Novo Rio SOCICAM Centro do Rio	27.740 m2	26.040 m2	Lojas comerciais, instalações administrativas e de segurança	-	-	40	46 linhas intermunicipais, 170 interestaduais e 4 internacionais	edifício garagem anexo	-	-

ANEXO 3 Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro (cont.)

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia (part / cheg)	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total de ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário Roberto Silveira(Niterói) SOCICAM (arrendado)	8.425 m2	2.130 m2	Lojas comerciais, instalações administrativas e de segurança	-	-	23	36 linhas intermunicipais e 24 interestaduais (60 linhas)	-		agosto de 1976
Terminal Rodoviário João Goulart (Niterói) Administrado/Operado por: NITER - Niterói Terminais Rodoviários	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminal Rodoviário de Nova Iguaçu (da CODERTE) Administrado / Operado por: CODERTE Situação integração modal de passageiros entre a Baixada Fluminense e a Região Metropolitana	14 mil 520 m2	6 mil m2	-	6.000.000	113.000	18	52 linhas intermunicipais e 2 interestaduais (54 linhas)	-	-	1979
Terminal Rodoviário de Nilópolis (da CODERTE) Administrado / Operado por: CODERTE Situação Ponto de referência para o transporte rodoviário da baixada fluminense e o Centro do Rio (Pólo de movimentação de passageiros)	-	-	lojas e comerciais e instalações administrativas	3.000.000	50.000	5	13 linhas intermunicipais e 2 municipais (15 linhas)	-	-	1979

ANEXO 3 Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro (cont.)

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia (part / cheg)	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total de ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário de Venda das Pedras (Itaboraí) Administrado / Operado por: CODERTE (Convênio)	4.850 m2	1.720 m2	instalações administrativas, comerciais e policial	700.000	12.500	1	8 linhas intermunicipais	-	-	setembro 1980
Terminal Rodoviário de Itatiaia Administrado / Operado por: CODERTE (Convênio)	3.360 m2	1.000 m2	-	86.000	2.240	-	-	-	-	setembro de 1998
Terminal Rodoviário José Lúcio da Silva (Mendes) Administrado / Operado por: CODERTE (convênio)	2.365 metros	505 m2	-	149.000	1.400	-	-	-	-	1999
Terminal Rodoviário Prefeito Severino Dias (Vassouras) Administrado / Operado por: Prefeitura local	6.000 m2	1.420 m2	comércio e segurança	265.000	6.000	-	-	-	-	setembro de 1980

ANEXO 4. Quadro Resumo dos Índices

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$ICPO = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \sum_{h=1}^{h=k} ICPO_{lh}}{H \times L}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha CPO_{lh} = Cumprimento da Programação para Linha e Horário H = total de horários L = total de linhas</p>		<p>Total de viagens que foram cumpridas dentro do horário estabelecido.</p>
$IRIP = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} AH_l}{\sum_{l=1}^{l=n} TH_l}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha AH = Atrasos ocorridos em cada horário TH = Total de horários</p>		<p>Medida da eficiência com que a programação da oferta de viagens é realizada.</p>
$IHOE = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} HOE_l}{H \times L}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha H = total de horários ofertados L = total de linhas ofertadas por todos os operadores</p>		<p>Somatório da quantidade de horários ofertados por uma operadora para todas as linhas, dividido pelo total de horários ofertados por todas as empresas.</p>
$ILOE = \frac{LOE_{II}}{L}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas $o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores, e, com $L = \sum_{l=1}^{l=n} \sum_{o=1}^{o=k} LOE_{lo}$ total de linhas para todos os operadores</p>		<p>Quantidade de linhas ofertadas por uma empresa, dividida pelo total de linhas ofertadas por todas as empresas.</p>

ANEXO 4 Quadro Resumo dos Índices (cont.)

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$\text{IVRE} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{LOE}_{ll}}{\text{L}}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas $o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores</p> <p>com $\text{L} = \sum_{l=1}^{l=n} \sum_{o=1}^{o=k} \text{LOE}_{lo} =$ total de linhas para todos os operadores</p>		<p>Total de viagens realizadas numa linha de um operador, dividido pelo total de viagens realizadas em todas as linhas por todos os operadores</p>
$\text{IPEP} = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} \text{TH}_b \times \text{TP}_b}{\sum_{b,h=1}^{b=n} \text{TP}_{bh}}$	<p>$b = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de plataformas ou berços $h = 1, \dots, k$ e k é o total de horários $p = 1, \dots, d$ e d é o total de passageiros embarcados por horário</p> <p>$\text{TP}_b =$ Total passageiros embarcados por berço b $\text{TH}_b =$ Horários em cada berço $\text{TH}_{bh} =$ Relação Horários de cada berço / Total de Horários = $\frac{\text{TH}_b}{\text{TH}}$ $\text{THTP}_b =$ Relação individual berço-passageiros = $\text{TH}_{bh} \times \text{TP}_b$</p>		<p>Passageiros que esperaram e embarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação (ciclo). Relação de contribuição de cada plataforma no embarque de passageiros, levando em conta a demanda em todos os horários</p>
$\text{IPDP} = \sum_{b,h=1}^{h=k} \frac{\text{TD}_b \text{QD}_b}{\text{TP} \text{TH}_{bh}}$	<p>$b = 1, \dots, \text{TB}$ e TB é a quantidade de plataformas ou berços $h = 1, \dots, k$ e $0 < k < \text{TH}$ é o total de horários ou ciclo</p> <p>$\text{TD}_b =$ Total de desembarcados por berço b $\text{TH}_{bh} =$ Total de Horários (ciclo) com Desembarques em cada berço</p>		<p>Passageiros que chegaram por horário e berço em um período de observação (ciclo). Contribuição das plataformas no total de passageiros que chegam</p>

ANEXO 4 Quadro Resumo dos Índices (cont.)

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$ILOH = \frac{TH_h}{TH \times TL}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TH = Total de Horários TL = Total de linhas		Total de horários de uma linha dividido pelo total de horários vezes o total geral de linhas.
$IES-VP = \frac{TA_h}{TH \times TA}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TA _h = Total de Assentos em um horário TA = Total de Assentos TH = Total de Horários		Medida de eficiência com que as passagens são vendidas em um período de observação.
$IDVH = \frac{TR_h}{TB_h}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TB _h = Total de Vendidos em um horário TR _h = Total de Retornados em um horário		Total de bilhetes de um horário retornados dividido por todos os bilhetes vendidos nesse horário
$IBVO = \frac{TH \times TL}{TB \times TO}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários em todas as linhas $l = 1, \dots$, TL e TL é o total de linhas TB = Total de Bilheterias TO = Total de operadoras		Total de horários em todas as linhas dividido pelo total de bilheterias multiplicado pelo total de operadoras.
$ILMQ = \frac{QL}{AL}$	QL = Quantidade de lojas AL = Área alocada para as lojas		Quantidade de lojas dividida pelo total de área alocada para todas elas.
$IGMQ = \frac{QB}{AB}$	QB = Quantidade de bilheterias AB = Área alocada para as bilheterias		Quantidade de bilheterias dividida pelo total de área alocada para todas elas
$ISOT = \frac{TS \times t}{TP}$	TS = 1, ..., s e s é o total de serviços formais TP = 1, ..., p e p é o total de passageiros no período t = 1, ..., n e n é o total de períodos em minutos		Total de serviços do terminal dividido pelo total de passageiros
$IONG = \frac{TI}{TH \times TL}$	TI = 1, ..., n e n é o total de irregularidades TH = 1, ..., h e h é o total de horários em todas as linhas TL = 1, ..., l e l é o total de linhas		Total das irregularidades anotadas que ocorreram em um mês.

ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes

Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36	Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36
Angra dos Reis	816,3	85.571	91.114	92.532	93.963	95.407	24	Macuco	133,7	4.460	5.468	5.726	5.986	6.249	13
Aperibé	89,5	6.309	7.019	7.201	7.384	7.569	9	Magé	386,6	163.733	179.166	183.113	187.096	191.116	71
Araruama	635,4	59.024	64.697	66.148	67.612	69.090	37	Mangaratiba	360,7	17.925	19.495	19.896	20.301	20.710	26
Areal	111,8	8.228	8.850	9.009	9.170	9.332	13	Marica	363,8	46.545	57.487	60.286	63.110	65.961	39
Armação de Búzios	69,5	8.604	13.186	14.358	15.541	16.734	2	Mendes	77,5	16.598	17.065	17.185	17.306	17.427	9
Arraial do Cabo	158,1	19.866	21.205	21.548	21.894	22.243	13	Miguel Pereira	288,1	19.446	19.961	20.093	20.226	20.360	15
Barra do Pirai	579,8	79.199	84.130	85.391	86.664	87.948	40	Miracema	302,2	25.091	24.581	24.450	24.318	24.185	6
Barra Mansa	548,9	163.418	166.067	166.745	167.429	168.119	59	Natividade	387,3	14.642	15.027	15.125	15.224	15.324	8
Belford Roxo	80,0	360.714	391.456	399.319	407.254	415.262	91	Nilópolis	19,2	158.092	155.846	155.272	154.692	154.107	40
Bom Jardim	386,0	20.630	21.566	21.805	22.047	22.290	27	Niterói	131,8	436.155	447.470	450.364	453.285	456.232	216
Bom Jesus do Itabapoana	600,5	29.873	31.751	32.231	32.716	33.205	12	Nova Friburgo	935,0	167.081	168.805	169.246	169.691	170.140	34
Cabo Frio	404,0	76.311	96.291	101.401	106.558	111.762	47	Nova Iguaçu	559,4	772.442	815.241	826.188	837.235	848.383	178
Cachoeiras de Macacu	958,2	40.208	42.815	43.482	44.155	44.834	22	Paracambi	179,8	36.427	38.827	39.441	40.060	40.686	17
Cambuci	563,2	14.954	14.902	14.889	14.876	14.862	9	Paraíba do Sul	582,2	33.922	33.775	33.737	33.699	33.661	16
Campos dos Goytacazes	4.037,8	376.290	386.847	389.547	392.272	395.022	64	Parati	930,7	23.928	26.475	27.127	27.785	28.448	7
Cantagalo	719,3	19.672	19.024	18.858	18.691	18.522	12	Paty do Alferes	320,0	21.095	22.043	22.286	22.531	22.778	13
Carapebus	306,4	7.238	7.944	8.124	8.306	8.490	28	Petrópolis	776,6	255.468	266.777	269.669	272.588	275.534	46
Cardoso Moreira	516,3	12.819	12.119	11.940	11.759	11.577	24	Pinheiral	77,0	13.485	16.687	17.506	18.332	19.167	2
Carmo	354,7	14.509	15.039	15.175	15.312	15.450	5	Pirai	506,7	20.297	22.228	22.722	23.220	23.723	42
Casimiro de Abreu	462,9	15.650	19.283	20.212	21.150	22.096	58	Porciúncula	302,8	14.561	15.235	15.407	15.581	15.756	4
Comendador Levy Gasparian	107,5	7.059	7.342	7.414	7.487	7.561	7	Porto Real	50,7	8.328	8.596	8.664	8.733	8.803	7
Conceição de Macabu	348,5	16.963	17.953	18.206	18.461	18.719	29	Quatis	286,9	8.798	9.648	9.866	10.086	10.307	5
Cordeiro	116,3	16.321	17.159	17.373	17.589	17.807	21	Queimados	78,0	98.825	106.547	108.522	110.515	112.527	58
Duas Barras	343,5	9.875	9.921	9.933	9.945	9.957	21	Quissamã	717,7	10.467	12.152	12.583	13.018	13.457	13
Duque de Caxias	465,7	667.821	705.462	715.089	724.804	734.609	152	Resende	1.116,2	83.429	91.816	93.961	96.126	98.310	20
Engenheiro Paulo de Frontin	139,4	12.061	12.445	12.543	12.642	12.742	14	Rio Bonito	463,3	45.161	46.223	46.495	46.769	47.046	48
Guapimirim	361,7	28.001	31.674	32.614	33.562	34.519	38	Rio Claro	843,5	13.665	14.289	14.449	14.610	14.773	12
Iguaba Grande	36,2	8.074	9.381	9.715	10.052	10.393	28	Rio das Flores	479,0	6.451	6.383	6.365	6.347	6.329	7
Itaboraí	428,6	139.493	156.786	161.209	165.673	170.177	81	Rio das Ostras	230,3	18.195	26.087	28.106	30.143	32.199	56
Itaguaí	278,3	60.689	68.204	70.126	72.066	74.023	47	Rio de Janeiro	1.264,2	5.480.768	5537124	5551538	5566084	5580764	381
Italva	297,0	12.764	13.110	13.199	13.288	13.379	18	Santa Maria Madalena	817,7	10.850	10.842	10.840	10.838	10.836	6

ANEXO 5 Dados populacionais, geográficos e transportes (cont.)

Itaocara	429,6	22.933	23.204	23.273	23.343	23.413	14	Santo Antônio de Pádua	615,2	33.291	33.954	34.123	34.294	34.467	13
Itaperuna	1.108,4	78.000	81.703	82.650	83.606	84.570	30	São Fidélis	1.030,8	34.581	36.136	36.534	36.935	37.341	14
Itatiaia	225,5	16.073	20.169	21.216	22.273	23.340	10	São Francisco de Itabapoana	1.117,6	38.714	36.401	35.810	35.213	34.611	7
Japeri	82,9	65.723	71.621	73.130	74.652	76.189	21	São Gonçalo	251,3	779.832	822.473	833.379	844.385	855.492	183
Laje do Muriaé	251,2	7.464	7.556	7.580	7.604	7.628	5	São João da Barra	461,9	20.847	26.646	28.129	29.626	31.136	12
Macaé	1.218,1	93.657	109.094	113.042	117.026	121.047	58	São João de Meriti	34,9	425.772	432.581	434.323	436.081	437.854	144

Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36
São José de Ubá	251,3	6.057	5.943	5.914	5.885	5.855	6
São José do Vale do Rio Preto	240,6	15.472	15.984	16.115	16.247	16.381	4
São Pedro da Aldeia	358,0	42.400	52.778	55.432	58.111	60.814	39
São Sebastião do Alto	373,2	8.108	8.110	8.111	8.112	8.112	8
Sapucaia	541,7	15.429	16.617	16.921	17.228	17.537	5
Saquarema	355,6	37.888	42.769	44.017	45.277	46.548	33
Seropédica	267,7	52.368	54.414	54.937	55.465	55.998	54
Silva Jardim	940,7	18.141	18.847	19.027	19.209	19.393	28
Sumidouro	396,2	12.977	13.292	13.373	13.454	13.537	1
Tanguá	143,7	23.249	23.330	23.351	23.372	23.393	42
Teresópolis	772,4	120.709	124.223	125.122	126.029	126.944	21
Trajano de Moraes	590,9	10.640	10.603	10.594	10.585	10.575	5
Três Rios	325,4	65.961	66.170	66.223	66.277	66.331	30
Valença	1.308,1	60.805	61.447	61.611	61.777	61.944	21
Varre-Sai	190,3	7.123	7.466	7.554	7.643	7.732	4
Vassouras	553,8	28.649	28.958	29.037	29.117	29.197	24
Volta Redonda	182,8	220.305	229.847	232.287	234.750	237.235	58

Notas:

Var01 Área total (km²)
 Var02 População
 Var03 População
 Var04 População
 Var05 População
 Var06 População
 Var36 Linhas de ônibus intermunicipais

1998 IBGE
 1991 IBGE
 1995 CIDE
 1996 IBGE
 1997 CIDE
 1998 CIDE
 1997 DETRO

ANEXO 6. Indicadores para comparação da performance sócio econômica

Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF	Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF
									Macaé	1	16,95	1,0	47,61	4.976	41,6	0,0	87,5
Angra dos Reis	1	7,83	1,0	85,00	2.978	37,1	0,0	85,7	Macuco	0	16,80	0,0	16,61	4.691	20,5	0,0	86,8
Aperibé	0	10,47	1,0	53,21	1.657	29,0	0,0	80,7	Magé	0	16,41	1,0	5,29	1.177	7,9	1,0	84,2
Araruama	0	14,23	0,0	28,80	3.732	29,1	0,0	78,5	Mangaratiba	0	18,25	1,0	65,43	9.264	17,6	0,0	83,9
Areal	0	13,58	0,0	19,64	5.264	17,4	1,0	85,2	Marica	1	15,52	0,0	18,65	4.553	15,3	0,0	84,4
Armação dos Búzios	1	1,60	0,0	90,21	1.941	14,1	0,0	80,6	Mendes	0	6,84	1,0	35,33	1.734	18,1	0,0	86,9
Arraial do Cabo	0	8,79	0,0	63,68	3.562	12,7	0,0	87,6	Miguel Pereira	0	10,55	1,0	50,47	4.062	37,1	0,0	84,8
Barra do Pirai	0	13,59	1,0	44,43	4.490	19,0	0,0	88,8	Miracema	0	3,85	0,0	37,11	1.657	21,2	0,0	78,6
Barra Mansa	0	14,42	1,0	9,57	3.997	21,0	1,0	89,6	Natividade	0	6,48	0,0	43,31	1.609	15,6	0,0	77,9
Belford Roxo	0	14,26	1,0	25,63	5.273	3,5	1,0	87,9	Nilópolis	0	10,17	1,0	9,41	4.628	12,1	0,5	94,2
Bom Jardim	0	18,18	0,0	28,96	1.921	16,1	0,0	73,3	Niterói	0	32,08	1,0	0,50	8.326	56,5	1,0	94,6
Bom Jesus do Itabapoana	0	6,63	0,5	25,31	1.351	22,6	0,0	79,8	Nova Friburgo	0	8,25	0,0	50,73	4.412	32,6	0,0	87,8
Cabo Frio	1	14,40	0,0	90,21	3.251	28,6	0,0	86,6	Nova Iguaçu	1	19,45	1,0	2,29	3.871	10,5	1,0	89,2
Cachoeiras de Macacu	0	10,47	0,0	16,22	575	14,3	0,0	77,7	Paracambi	0	8,49	1,0	26,15	1.906	10,0	0,5	80,8
Cambuci	0	7,38	1,0	21,82	1.894	18,4	0,0	73,4	Paraíba do Sul	0	8,72	1,0	3,59	2.055	19,2	0,5	85,0
Campos dos Goytacazes	1	10,22	1,0	27,45	2.906	18,6	0,0	84,5	Parati	1	4,20	0,0	24,50	5.476	11,6	0,0	79,2
Cantagalo	0	8,78	0,0	10,20	6.222	14,2	0,0	79,1	Paty do Alferes	0	8,66	1,0	49,58	2.096	16,7	0,0	72,7
Carapebus	0	30,72	1,0	47,61	3.632	7,1	0,0	74,3	Petrópolis	0	8,81	0,0	38,40	4.818	37,3	1,0	89,8
Cardoso Moreira	0	22,13	1,0	31,49	1.654	11,3	0,0	65,8	Pinheiral	0	1,48	1,0	101,30	770	7,9	0,5	89,0
Carmo	0	4,04	0,5	42,97	18.343	6,1	0,0	76,9	Pirai	0	27,56	0,5	101,30	44.828	18,2	1,0	81,0
Casimiro de Abreu	1	39,88	1,0	68,99	12.747	13,9	0,0	79,9	Porciúncula	0	3,20	0,0	37,44	1.614	9,3	0,0	74,3
Comendador Levy Gasparian	0	8,09	1,0	56,02	2.182	18,2	1,0	84,7	Porto Real	0	7,49	0,0	17,59	9.844	13,6	1,0	83,0
Conceição de Macabu	0	21,34	0,0	1,13	1.115	14,3	0,0	81,9	Quatis	0	4,98	1,0	33,81	900	17,5	0,5	82,5
Cordeiro	0	15,83	0,0	16,61	1.945	23,3	0,0	87,5	Queimados	0	17,45	1,0	112,46	12.510	5,1	1,0	85,0
Duas Barras	0	21,06	0,0	62,26	1.290	7,9	0,0	74,2	Quissamã	0	11,39	1,0	215,90	3.169	8,0	0,0	77,9
Duque de Caxias	0	17,85	1,0	10,29	6.009	10,2	1,0	88,3	Resende	1	6,45	1,0	17,59	11.824	38,5	1,0	89,3
Engenheiro Paulo de Frontin	0	12,45	1,0	3,87	2.034	14,6	0,0	86,0	Rio Bonito	0	22,20	1,0	49,65	548	36,4	1,0	80,8
Guapimirim	0	20,74	1,0	48,95	2.662	14,8	1,0	80,1	Rio Claro	0	9,93	1,0	68,45	14.275	12,0	0,0	74,5
Iguaba Grande	0	27,93	0,0	27,20	7.477	17,0	0,0	88,4	Rio das Flores	0	8,79	0,5	157,27	1.051	26,0	0,0	77,1
Itaboraí	0	19,90	1,0	27,20	3.388	8,2	1,0	83,2	Rio das Ostras	0	32,25	1,0	35,10	10.942	15,7	0,0	78,0
Itaguaí	0	17,51	1,0	46,35	18.969	27,1	0,5	84,6	Rio de Janeiro	1	16,15	1,0	116,28	10.315	45,6	1,0	93,9

ANEXO 6 Indicadores para comparação da performance sócio econômica

Italva	0	15,61	1,0	28,65	2.878	12,0	0,0	76,5	Santa Maria Madalena	0	5,76	0,0	32,05	2.422	6,8	0,0	74,1
Itaocara	0	9,16	0,5	14,56	1.256	22,7	0,0	78,1	Santo Antônio de Pádua	0	7,02	1,0	24,13	3.028	33,2	0,0	79,5
Itaperuna	1	10,38	0,0	7,33	2.651	33,4	0,0	80,9	São Fidélis	0	7,28	1,0	3,03	1.500	18,7	0,0	76,9
Itatiaia	0	6,70	1,0	257,54	15.478	27,1	1,0	85,8	São Francisco de Itabapoana	0	3,73	0,0	13,39	1.602	10,8	0,0	61,7
Japeri	0	7,69	1,0	39,06	710	1,6	0,5	81,1	São Gonçalo	0	19,92	1,0	21,48	3.536	7,4	1,0	91,4
Laje do Muriaé	0	5,73	0,0	64,42	510	12,2	0,0	73,4	São João da Barra	0	6,97	0,5	13,39	3.500	9,7	0,0	80,4

Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF
São João de Meriti	0	21,81	1,0	6,78	3.349	7,1	1,0	91,4
São José de Ubá	0	7,82	0,0	21,82	4.637	12,4	0,0	68,6
São José do Vale do Rio Preto	0	3,14	0,0	41,55	3.043	14,3	0,0	78,1
São Pedro da Aldeia	0	16,18	0,0	27,20	4.917	12,9	0,0	83,3
São Sebastião do Alto	0	8,88	0,0	45,90	1.272	13,9	0,0	68,0
Sapucaia	0	3,81	0,5	28,26	3.814	7,4	0,0	77,5
Saquarema	1	15,51	0,0	0,64	706	21,1	0,0	79,1
Seropédica	0	22,93	1,0	46,35	2.990	3,2	1,0	84,4
Silva Jardim	0	20,20	1,0	61,06	888	7,8	0,0	66,8
Sumidouro	0	0,86	0,0	34,49	3.342	19,5	0,0	67,6
Tanguá	0	27,47	1,0	27,20	7.408	3,9	1,0	77,7
Teresópolis	0	5,92	0,0	14,47	3.426	36,3	0,0	83,6
Trajano de Moraes	0	4,86	0,0	37,55	3.028	8,7	0,0	72,7
Três Rios	1	11,65	1,0	8,65	2.216	31,0	1,0	88,7
Valença	1	8,45	0,5	7,43	3.842	11,2	0,0	87,5
Varre-Sai	0	4,58	0,0	47,65	1.197	7,3	0,0	71,6
Vassouras	1	14,07	1,0	17,06	2.880	23,5	0,0	82,4
Volta Redonda	1	11,97	1,0	129,44	15.591	27,8	1,0	92,4

Notas:

AER Existência de aeroporto – Valor 1 = sim, 0 = não

ONI Linhas intermunicipais que servem ao município dividido pela raiz da população e multiplicado por 100

PIB Estimativa do PIB per capita (renda per capita) do município

ROD Existência ou proximidade de rodovias de pista dupla

VEI Veículos novos (a partir de 1996) licenciados para cada grupo de 1.000 habitantes

FER Existência ou proximidade de linha férrea

FMU Capacidade de investimento. Relação entre as despesas de capital com investimentos e a população

ALF Taxa de alfabetização da população de 15 anos ou mais

ANEXO 7. Tabela de Dados geográficos e as linhas intermunicipais

Municípios	Km2	Linhas	Municípios	Km2	Linhas
Angra dos Reis	816,3	24	Macuco	133,7	13
Aperibé	89,5	9	Magé	386,6	71
Araruama	635,4	37	Mangaratiba	360,7	26
Areal	111,8	13	Marica	363,8	39
Armação de Búzios	69,5	2	Mendes	77,5	9
Arraial do Cabo	158,1	13	Miguel Pereira	288,1	15
Barra do Pirai	579,8	40	Miracema	302,2	6
Barra Mansa	548,9	59	Natividade	387,3	8
Belford Roxo	80,0	91	Nilópolis	19,2	40
Bom Jardim	386,0	27	Niterói	131,8	216
Bom Jesus do Itabapoana	600,5	12	Nova Friburgo	935,0	34
Cabo Frio	404,0	47	Nova Iguaçu	559,4	178
Cachoeiras de Macacu	958,2	22	Paracambi	179,8	17
Cambuci	563,2	9	Paraíba do Sul	582,2	16
Campos dos Goytacazes	4.037,8	64	Parati	930,7	7
Cantagalo	719,3	12	Paty do Alferes	320,0	13
Carapebus	306,4	28	Petrópolis	776,6	46
Cardoso Moreira	516,3	24	Pinheiral	77,0	2
Carmo	354,7	5	Pirai	506,7	42
Casimiro de Abreu	462,9	58	Porciúncula	302,8	4
C. Levy Gasparian	107,5	7	Porto Real	50,7	7
Conceição de Macabu	348,5	29	Quatis	286,9	5
Cordeiro	116,3	21	Queimados	78,0	58
Duas Barras	343,5	21	Quissamã	717,7	13
Duque de Caxias	465,7	152	Resende	1.116,2	20
Eng. Paulo de Frontin	139,4	14	Rio Bonito	463,3	48
Guapimirim	361,7	38	Rio Claro	843,5	12
Iguaba Grande	36,2	28	Rio das Flores	479,0	7
Itaboraí	428,6	81	Rio das Ostras	230,3	56
Itaguaí	278,3	47	Rio de Janeiro	1.264,2	381
Italva	297,0	18	Santa Maria Madalena	817,7	6
Itaocara	429,6	14	Santo Antônio de Pádua	615,2	13
Itaperuna	1.108,4	30	São Fidélis	1.030,8	14
Itatiaia	225,5	10	S. Francisco de Itabapoana	1.117,6	7
Japeri	82,9	21	São Gonçalo	251,3	183
Laje do Muriaé	251,2	5	São João da Barra	461,9	12
Macaé	1.218,1	58	São João de Meriti	34,9	144
São José de Ubá	251,3	6	Volta Redonda	182,8	58
S. J. do Vale do Rio Preto	240,6	4	Varre-Sai	190,3	4
São Pedro da Aldeia	358,0	39	Vassouras	553,8	24
São Sebastião do Alto	373,2	8	Teresópolis	772,4	21
Sapucaia	541,7	5	Trajano de Moraes	590,9	5
Saquarema	355,6	33	Três Rios	325,4	30
Seropédica	267,7	54	Valença	1.308,1	21
Silva Jardim	940,7	28			
Sumidouro	396,2	1			
Tanguá	143,7	42			

Notas: Var01 Área total (km²) 1998 IBGE
 Var36 Linhas de ônibus intermunicipais 1997 DETRO

ANEXO 8. Levantamento das Dependências dos Terminais

Nome Terminal: _____		Área Construída: _____		
Cidade: _____		Área do Terreno: _____		
Localização: _____		Pavimentos: _____		
Administração: Privada: <input type="checkbox"/> Mista: <input type="checkbox"/> Pública Estadual: <input type="checkbox"/> Pública Municipal: <input type="checkbox"/>				
1 – Dependência Pesquisada (somente para o total da funcionalidade observada)				
Banheiros (Capacidade sanitários Fem/Masc)		Lanchonete (Total de lojas)		
Plataformas (Berços de Embarque/Desemb)		Guichês (Total de guiches)		
Total de portas de entrada-saída		Assentos de Espera (Total de assentos)		
2 – Início do Período da pesquisa	:	Fim do Período da pesquisa	:	
3 - Serviços Públicos do Terminal				
Serviços Para-Médicos / Posto Médico	<input type="checkbox"/>	Posto Polícia Federal	<input type="checkbox"/>	
Posto do Juizado de Menores	<input type="checkbox"/>	Policimento Local	<input type="checkbox"/>	
Posto Policial	<input type="checkbox"/>	Livraria / Jornaleiro	<input type="checkbox"/>	
Guarda Volumes	<input type="checkbox"/>	Maleiro	<input type="checkbox"/>	
Carregador	<input type="checkbox"/>	Telefone Público	<input type="checkbox"/>	
Defesa do Consumidor	<input type="checkbox"/>	Correio	<input type="checkbox"/>	
Posto Bancário	<input type="checkbox"/>	Posto de Fiscalização	<input type="checkbox"/>	
Serviços Privados (p.ex.: Aluguel de Carros)	<input type="checkbox"/>	Atendimento a Turistas	<input type="checkbox"/>	
4 – Anotação de Dados no Local				
Tempo	Nº Pass Chegando	Nº Pass Saindo	Permanência/Espera	Observações

ANEXO 9. Demanda de Transporte do Estado do Rio de Janeiro - 1998-2004

Período	Transporte urbano					Transporte aéreo (8) (r)	Transporte rodoviário		
	Passageiros Transportados (r)							Passageiros transportados (mil)	Consumo de óleo diesel (7) (m³)
	Total (mil)	Trens sub. (mil) (4)	Metrô (mil) (5)	Barcas (mil) (6)	Ônibus Mun. RJ (mil)				
1998 (1)	1.346.647	46.411	86.373	21.497	1.192.365	9.561	1.960.631		
Jan	109.436	3.129	5.793	1.692	98.822	779	152.071		
Fev	99.284	2.670	5.396	1.516	89.702	651	129.072		
Mar	119.969	3.300	7.012	1.918	107.739	700	157.760		
Abr	111.934	3.255	6.440	1.780	100.460	735	154.773		
Mai	111.982	3.313	6.554	1.755	100.361	785	175.392		
Jun	105.914	3.296	6.439	1.620	94.560	714	160.270		
Jul	110.056	4.382	7.795	1.930	95.948	870	198.087		
Ago	115.986	4.629	7.453	1.902	102.002	886	162.568		
Set	109.815	4.363	8.194	1.885	95.373	857	166.352		
Out	117.417	4.370	8.449	1.826	102.772	890	185.556		
Nov	111.742	4.630	8.090	1.794	97.229	835	148.598		
Dez	123.112	5.075	8.756	1.880	107.401	858	170.131		
1999 (1)(9)	1.314.739	67.528	106.890	21.718	1.118.603	10.082	2.102.186		
Jan	109.062	4.644	7.764	1.923	94.732	975	174.296		
Fev	101.842	4.175	7.479	1.721	88.467	759	135.713		
Mar	118.922	5.459	9.483	1.929	102.051	819	200.122		
Abr	107.570	4.904	8.363	1.691	92.611	777	153.662		
Mai	113.607	5.335	8.917	1.840	97.515	789	168.364		
Jun	108.058	5.366	8.913	1.506	92.273	767	158.361		
Jul	108.914	5.813	9.281	1.899	91.921	915	163.244		
Ago	109.834	6.145	9.501	1.908	92.280	880	167.741		
Set	107.419	6.371	9.325	1.902	89.821	826	163.120		
Out	106.931	6.295	8.973	1.790	89.874	877	160.073		
Nov	106.540	6.326	9.032	1.750	89.432	843	278.151		
Dez	116.041	6.695	9.859	1.860	97.627	854	179.337		
2000(1)	1.252.720	80.862	113.021	22.173	1.036.665	10.605	2.047.149		
Jan	103.366	6.120	8.813	1.922	86.512	910	151.108		
Fev	107.275	6.367	9.345	1.797	89.766	837	162.957		
Mar	104.400	6.364	9.662	1.955	86.419	908	152.771		
Abr	101.505	6.296	9.224	1.828	84.157	886	161.453		
Mai	108.934	7.052	10.183	1.975	89.724	868	156.015		
Jun	102.265	6.675	9.820	1.849	83.921	826	178.352		
Jul	102.145	6.583	9.105	1.798	84.659	939	158.247		
Ago	108.922	6.941	10.189	2.175	89.616	895	186.486		
Set	100.820	6.927	8.990	1.841	83.063	826	169.692		
Out	106.749	7.288	9.406	1.775	88.280	885	179.913		
Nov	99.081	6.918	8.899	1.583	81.682	876	173.957		
Dez	107.146	7.331	9.273	1.674	88.868	949	216.200		
2001(1)	1.176.644	80.236	109.918	17.796	968.693	11.268	2.216.106		
Jan	100.781	7.075	8.905	1.692	83.109	1.007	181.856		
Fev	88.795	5.908	8.026	1.366	73.496	892	157.061		
Mar	102.563	7.132	9.989	1.467	83.976	960	185.489		
Abr	96.340	6.570	9.018	1.352	79.400	915	172.586		
Mai	101.601	7.446	9.941	1.532	82.682	909	180.443		
Jun	96.078	6.437	9.007	1.426	79.208	868	215.450		
Jul	98.297	6.423	9.170	1.502	81.202	1.031	183.360		

Ago	102.990	6.869	10.011	1.714	84.396	1.007	196.529
Set	94.737	6.549	8.797	1.565	77.826	889	181.757
Out	102.654	7.111	9.647	1.490	84.406	934	191.129
Nov	94.075	6.385	8.672	1.336	77.683	900	181.581
Dez	97.732	6.332	8.737	1.354	81.310	956	188.865
2002(1)	1.128.041	87.682	110.841	18.867	910.650	11.239	2.340.398
Jan	94.850	6.472	8.581	1.572	78.225	1.001	194.233
Fev	81.221	5.441	7.606	1.335	66.840	871	163.668
Mar	95.350	6.748	8.965	1.514	78.124	931	231.098
Abr	95.822	7.321	9.434	1.534	77.533	934	194.619
Mai	96.395	7.402	9.332	1.561	78.100	981	187.076
Jun	88.915	7.053	8.727	1.510	71.624	932	175.725
Jul	98.480	7.950	9.573	1.622	79.336	1.077	191.388
Ago	98.747	8.143	9.904	1.627	79.073	988	204.173
Set	92.912	7.730	9.503	1.524	74.156	900	191.480
Out	100.908	8.586	10.726	1.835	79.761	881	213.808
Nov	90.352	7.430	9.324	1.639	71.959	865	199.862
Dez	94.086	7.405	9.167	1.595	75.919	878	193.269
2003	1.053.002	95.135	113.380	18.093	826.394	10.372	2.188.102
Jan	87.587	6.880	8.612	1.680	70.415	901	178.065
Fev	87.171	6.605	8.883	1.566	70.116	840	181.664
Mar	85.119	6.426	9.211	1.494	67.989	897	169.484
Abr	85.542	7.188	8.935	1.563	67.857	923	180.620
Mai	91.045	8.289	9.755	1.655	71.346	810	188.491
Jun	87.419	8.171	9.291	1.492	68.465	791	176.433
Jul	92.121	8.980	9.945	1.508	71.687	908	190.519
Ago	88.103	8.477	9.547	1.347	68.732	873	180.897
Set	80.119	8.779	10.122	1.393	59.824	828	187.257
Out	94.003	9.102	10.363	1.557	72.982	883	192.413
Nov	84.727	8.112	9.182	1.393	66.039	850	172.038
Dez	90.046	8.126	9.535	1.445	70.941	870	190.222
2004		94.987	120.405			11.247	2.117.129
Jan	81.020	7.198	8.372	1.487	63.964	910	172.566
Fev	76.155	6.410	8.192	1.360	60.194	873	160.272
Mar	91.121	8.246	10.954	1.540	70.382	903	186.336
Abr	81.983	7.347	9.354	1.347	63.934	907	177.259
Mai	85.971	7.933	10.266	1.395	66.377	893	169.593
Jun	85.073	8.219	10.205	1.364	65.285	866	175.415
Jul	83.712	8.432	10.243	1.431	63.606	1.029	177.615
Ago	85.403	8.868	10.761	1.376	64.398	990	181.779
Set	80.789	8.396	10.497	1.448	60.448	923	177.612
Out		8.016	10.251			982	173.579
Nov		7.816	10.434			966	174.975
Dez		8.106	10.876			1.006	190.129

Fontes: ANP - Boletim Mensal de Produção submetido à ANP em 30/07/04, INFRAERO, Companhia Docas, MRS Logística S A, RFFSA - Rede Ferroviária Federal S.A, Ferrovia Centro Atlântica - FCA, SUPERVIA, FLUMITRENS, Opportrans, Barcas S.A, SMTU e TELEMAR.

Notas:

(1) Total anual

(2) Abrangência: Portos de Sepetiba, Forno, Niterói, Angra dos Reis e Rio de Janeiro. Em 1999 o Porto de Forno foi municipalizado. Dados de 2003 preliminares.

(3) Abrangência: Movimentação de Cargas com origem e destino no Estado do Rio de Janeiro. Em 2000 e 2001 a FCA mostra movimentação só na origem. Até setembro de 1999 os dados eram enviados pela RFFSA, a partir de 2000 os dados são enviados pela MRS Logística S A e pela FCA.

(4) Abrangência: Ramais - Deodoro, Santa Cruz, Japeri, Belford Roxo, Gramacho e Vila Inhomirim.

(5) Abrangência: Município do Rio de Janeiro

(6) Abrangência: Linhas Rio-Niterói, Rio-Paquetá, Rio-Ribeira, Mangaratiba-Abraão e Abraão-Angra

(7) Inclui o consumo próprio das cias distribuidoras.

(8) Total de passageiros, embarcados e desembarcados, nos aeroportos do Rio de Janeiro administrados pela INFRAERO.

(9) A partir de 2003 são apresentados apenas os dados da MRS Logística S A

(r) dados retificados

Variações percentuais

No mês = mês de referência/mês anterior

No mês/mês do ano anterior = mês de referência/mesmo mês do ano anterior

Acumulada = janeiro até o mês de referência/igual período do ano anterior

ANEXO 10. Levantamento sobre Terminais Rodoviários

Nome Terminal: _____ Cidade: _____ População: _____ Localização: _____	Área Construída: __ Área do Terreno: __ Pavimentos: _____
--	---

Administração: Privada: Pública Federal: Pública Estadual: Pública Municipal:

1 - Quantidade de Pesquisas / Checagens realizadas por ano

Preferências dos Passageiros	Inspeção das Instalações
Satisfação do Operador	Satisfação dos Funcionários
Condições de Funcionamento das Lojas	Utilização dos Serviços Públicos
Contagem e Classificação de Reclamações	Preços e Produtos de Fornecedores

2 - Dependências

Banheiros (Capacidade Total em Sanitários)	Lojas
Plataformas	Guichês
Estacionamento (Capacidade Total)	Capacidade Total de Assentos

3 - Existência de Serviços Públicos

Serviços Para-Médicos	<input type="checkbox"/>	Posto Polícia Federal	<input type="checkbox"/>
Posto do Juizado de Menores	<input type="checkbox"/>	Policiamento Local	<input type="checkbox"/>
Posto Policial	<input type="checkbox"/>	Posto Médico	<input type="checkbox"/>
Guarda Volumes	<input type="checkbox"/>	Maleiro	<input type="checkbox"/>
Carregador	<input type="checkbox"/>	Telefone Público	<input type="checkbox"/>
Defesa do Consumidor	<input type="checkbox"/>	Correio	<input type="checkbox"/>
Posto Bancário	<input type="checkbox"/>	Posto de Fiscalização	<input type="checkbox"/>
Serviços Privados (p.ex. Aluguel de Carros)	<input type="checkbox"/>	Atendimento à Turistas	<input type="checkbox"/>

Outro Tipo Qual: _____

4 - Número de Funcionários que Trabalham no Terminal

Próprios	Terceirizados
----------	---------------

5 - Escolaridade dos Funcionários

Próprios	Fundamental	Médio	Superior	Pós-graduação
Terceirizados	Fundamental	Médio	Superior	Pós-graduação

6 - Reclamações Mais Frequentes

Horários Oferecidos	<input type="checkbox"/>	Acomodações na Área de Desembarque	<input type="checkbox"/>
Tipo de ônibus	<input type="checkbox"/>	Tempo de Viagem	<input type="checkbox"/>
Acomodações das Áreas de Embarque	<input type="checkbox"/>	Atendimento nos Guichês	<input type="checkbox"/>
Serviços de Bordo	<input type="checkbox"/>	Higiene e Limpeza	<input type="checkbox"/>
Iluminação do Terminal	<input type="checkbox"/>	Segurança e Conforto	<input type="checkbox"/>

Outro Tipo Qual: _____

7 - Quando o Passageiro Chega ao Terminal Frequentemente / Usa							
Lojas	<input type="checkbox"/>	Bancos	<input type="checkbox"/>				
Banheiros	<input type="checkbox"/>	Telefones	<input type="checkbox"/>				
Guarda Volumes	<input type="checkbox"/>	Presentes/Lembranças	<input type="checkbox"/>				
Correios	<input type="checkbox"/>	Jornaleiro	<input type="checkbox"/>				
Nenhum	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>				
8 - Fontes de Receita do Terminal							
Aluguel de Loja	<input type="checkbox"/>	Taxa Estacionamento	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Banheiro	<input type="checkbox"/>	Taxa de Utilização	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Guarda Volume	<input type="checkbox"/>	Repasse de Recursos	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Embarque	<input type="checkbox"/>	Outras	<input type="checkbox"/>				
9 - Quanto aos Custos do Terminal							
As Despesas são Classificadas por Centro de Custos?			<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
Os Operadores Pagam em dia o Terminal?			<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
Existe Inadimplência dos Aluguéis das Lojas?			<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
Os Serviços Públicos Favorecem o Faturamento?			<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
Existe Procura para mais lojas?			<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não			
Consumo médio mês de água (\$)			Consumo médio mês de energia elétrica (\$)				
10 - Oferta e Demanda de Viagens (para o ano de 2005)							
Passageiros Embarcados (em média)			Passageiros Desembarcados (em média)				
Operadores que Utilizam o Terminal			Linhas Administradas pelo Terminal				
Horários de Partida			Horários de Chegada				
Tempo médio de Permanência do Passageiro							
11 - Informações, Reclamações e Sugestões			Ótimo	B o m	Reg u lar	Ruim	Péssimo
Guichê/Quiosque			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cartazes			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Painéis Luminosos			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Call Center			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Som			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relógios			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Home Site			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cortesia e Presteza no Atendimento			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Serviço de Informações Mostrando Destinos e Horários			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança, Vigilância e Inspeção Individual Eletrônica			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Providências Tomadas para as Reclamações							
Espera atingir Número Específico		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Age de Imediato		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Guarda em Sistema Próprio	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Passa para Terceiros	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
13 - Infra-Estrutura e Limpeza		Ótimo	B o m	Regular	Ruim	Péssimo
A Iluminação do Terminal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza das Áreas Lindeiras (parede externa, fachada, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza das Áreas de Serviços Públicos e Comerciais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza dos Banheiros e Plataformas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza dos Bancos, Cadeiras e Acomodações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza do Piso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança Oferecida pelo Terminal é Adequada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quanto ao Barulho, o Terminal é	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atendimento / Utilização do Comércio é Satisfatório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilação das Áreas Comuns	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dispersão de Ruídos / Poluição do Ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilidade de Utilização das Lixeiras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação do Lay-out do Acostamento para Chegada / Partida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das Plataformas para Manobras/Tarefas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVAÇÕES:						
PESQUISADOR:		LOCAL:		DATA:		

SIMTERP - SIMULADOR PARA TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS
INTERMUNICIPAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE
TERMINAIS RODOVIÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

José Augusto Dunham

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
TRANSPORTE

Aprovada por:

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing.

Prof. Márcio Peixoto do S. Santos Ph. D.

Prof. Altair dos Santos Ferreira Filho D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ -BRASIL
MARÇO DE 2008

DUNHAM, JOSÉ AUGUSTO

SIMTERP - Simulador para Terminais Rodoviários de Passageiros Intermunicipais: Contribuição para a Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro [Rio de Janeiro] 2008.

X, 167p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Transporte, 2008)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Avaliação de Desempenho
2. Terminais Rodoviários de Passageiros
3. Simulação

I. COPPE/UFRJ. II. Título (série)

Ao meu filho
Nicholas, cuja
existência e
amor tem me
incentivado a
continuar,
mesmo nos mais
difíceis desafios.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as inúmeras bênçãos que Ele tem me concedido.

À minha família, meu filho Nicholas, minha mãe e meus irmãos, pela paciência e pelo apoio irrestrito.

Ao professor Nassi, minha gratidão especial, pela brilhante liderança e pelas idéias muito valiosas, dando-me um crédito de confiança, raridade hoje em dia.

Ao professor Rômulo, minha gratidão, por suas preciosas sugestões e correções e por sua atenção dedicada a mim.

Aos professores do PET Milena, Marilita, Paulo Cezar, Hostílio, Amaranto, Raul, Licínio, Ronaldo, Márcio e D'Agosto pelas lições e exemplo de profissionalismo.

Ao Programa de Engenharia de Transportes da COPPE-UFRJ, através do seu coordenador, à época o professor Paulo Cezar, pela imensa oportunidade.

A todos os meus amigos e colegas do programa, que caminharam comigo, em mais uma jornada acadêmica.

Aos funcionários do PET-COPPE-UFRJ, pela enorme paciência para atender e esclarecer, sempre quando foi necessário.

Minha grande gratidão àqueles, que de boa fé, acreditaram e me auxiliaram na elaboração deste trabalho.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada a COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

SIMTERP - SIMULADOR PARA TERMINAIS RODOVIÁRIOS DE PASSAGEIROS INTERMUNICIPAIS: CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE TERMINAIS RODOVIÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

José Augusto Dunham
Março/2008

Orientador: Carlos David Nassi

Programa: Engenharia de Transportes

A presente dissertação reúne técnicas de avaliação de desempenho e de simulação para analisar os índices de eficiência operacional criados a partir do levantamento sobre as práticas de Gestão utilizadas na operação dos Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Com o objetivo de auxiliar na Avaliação de Desempenho da Gestão dos Terminais Rodoviários de Passageiros é proposto um Modelo de Simulação para os eventos de interesse que ocorrem dentro dessas instalações. O propósito do simulador é gerar dados sobre a movimentação diária de usuários dentro do terminal e a utilização das facilidades oferecidas. Após essa geração, os dados serão utilizados no cálculo dos índices de Desempenho, especificamente criados para avaliar o terminal, resultando no IDGT - Índice de Desempenho Global do Terminal que permitirá o estabelecimento de uma classificação para os terminais. A validade dos índices será testada verificando a necessidade de fazer calibrações nos critérios adotados na sua modelagem. Por fim, os dados gerados pelo simulador e os índices, permanecerão armazenados em Banco de Dados para posterior validação. O processo de validação apresentará medidas quantitativas de consistência, entre os resultados apresentados pelo modelo de simulação e as medições do mundo real, comparando os parâmetros estimados com as medições de campo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

SIMTERP – PASSENGERS INTERCITY ROAD TERMINALS SIMULATOR: A CONTRIBUTION FOR THE PERFORMANCE EVALUATION OF THE RIO DE JANEIRO PASSENGERS ROAD TERMINALS.

José Augusto Dunham

March/2008

Advisor: Carlos David Nassi

Department: Transport Engineering

The present dissertation utilizes performance evaluation and simulation techniques to analyze operational measures efficiency indexes created from many surveys carried out about the current management practices used in the passengers road terminals that offer intercity trips. First, in order to assist the performance evaluation of the passengers' road terminals management it is proposed a Simulation Model for some events that occurs inside of such facilities. The objective of the simulator is to produce user's daily movement data occurred inside of the terminal and the respective utilization data of its installations. Second, after this production, the data will be applied in the performance indexes calculation, specially created for the terminal evaluation, and it will give as a result the IGDT – Terminal Performance Global Index that will allow the establishment of a terminals classification rank. The index validate will be tested verifying the necessity to make calibrations in the criteria used in its modelling. Finally, the generated data by the simulator and the calculated indexes will stay stored into the data base for further validation. The validation process will be engaged to introduce quantitative measurements consistency between the results of the simulation model and the real world measures comparing the estimated parameters with the field measures.

ÍNDICE

1.0 Apresentação	1
1.1 Considerações iniciais	1
1.2 Relevância do Tema	3
1.3 Objetivo	4
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2.0 Terminais Rodoviários de Passageiros	6
2.1 Considerações Iniciais	6
2.2 Caracterização dos Terminais	9
2.2.1 Atores envolvidos	11
2.2.2 Funcionalidades e padrões mínimos para operação do Terminal	12
2.2.3 Utilização das dependências e facilidades do Terminal	17
2.2.4 Utilização das portas de acesso de entradas e saídas do Terminal	19
2.2.5 Dimensionamento e Implantação	21
2.2.6 Capacidade dos Terminais e o uso do solo	22
2.2.7 Caracterização dos Terminais no Estado do Rio de Janeiro	24
2.3 Considerações finais	31
3.0 Avaliação de Desempenho	33
3.1 Considerações Iniciais	33
3.2 Os objetivos da Avaliação de Desempenho	33
3.3 As Técnicas de Avaliação de Desempenho	40
3.4 Técnicas mais utilizadas na avaliação de desempenho	41
3.4.1 DELPHI	41
3.4.2 TFP - Total Function Productivity Analysis	43
3.4.3 DEA	43
3.4.4 MAH – Método de Análise Hierárquica	48
3.4.5 BSC – <i>Balanced ScoreCard</i>	50
3.4.6 KPI - Indicadores-Chave de Desempenho	51
4.0 Simulação	54
4.1 Considerações Iniciais	54
4.2 Tipologia dos Modelos de Simulação	56
4.3 Levantamento e codificação de dados	60
4.4 Calibração e validação de modelos	60
4.5 Análises de sensibilidade	61
4.6 Considerações finais	62
5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade	64
5.1 Considerações Iniciais	64
5.2 Metodologia empregada	65
5.2.1 Abordagem do problema	65
5.2.2 Pesquisa de Dados	66
5.2.3 Critérios para escolha de Indicadores de Desempenho	67
5.3 Definição dos Indicadores e Índices de Desempenho	70
5.3.1 Infra-Estrutura (IE)	70
5.3.2 Gerência do Terminal (GT)	72

5.3.3 Despesas e Receitas (DR).....	78
5.3.4 Gerência de Viagens (GV)	80
5.3.5 Geração de Viagens (GG).....	83
5.3.6 Índice Geral de Desempenho do Terminal (IGDT).....	85
5.4 Considerações Finais	89
6.0 O Modelo de Simulação SIMTERP	91
6.1 Validade e aplicabilidade de modelos	91
6.2 Objetivo do Simulador	95
6.3 Características do Modelo	95
6.4 Estrutura do Modelo	97
6.5 Assunções do Modelo.....	100
6.5.1 Tratamento das filas nas Dependências do Terminal	102
6.5.2 Características do Software SIMTERP	106
6.6 Funcionamento	108
6.6.1 Telas do Simulador.....	109
6.6.2 Informações Geradas	117
6.7 Limitações e Extensões do Modelo de Simulação	120
7.0 Estudo de Caso	122
7.1 Considerações iniciais	122
7.2 Simulação de dois Terminais no Estado do rio de Janeiro	122
7.2.1 Definição dos Terminais.....	122
7.2.2 Execução e Resultados da Simulação.....	123
7.2.3 Análise dos Resultados.....	123
7.3 Considerações finais	123
8. Conclusões e Recomendações	125
8.1 Conclusões.....	125
8.2 Recomendações	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXO 1. Fluxograma da Simulação	135
ANEXO 2. Algoritmo da Simulação (Teste com valores constantes)	136
ANEXO 3. Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro	138
ANEXO 4. Quadro Resumo dos Índices	141
ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes.....	144
ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes (cont.).....	145
ANEXO 6. Indicadores para comparação da performance sócio econômica.....	146
ANEXO 7. Tabela de Dados geográficos e as linhas intermunicipais	148
ANEXO 8. Levantamento das Dependências dos Terminais.....	149
ANEXO 9. Demanda de Transporte do Estado do Rio de Janeiro - 1998-2004	151
ANEXO 10. Levantamento sobre Terminais Rodoviários.....	153

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos Terminais segundo o critério de Partidas Diárias	8
Tabela 2. Níveis de Serviço para os Pedestres nos Caminhos e Áreas de Trânsito	16
Tabela 3. Níveis de Serviço para as Áreas de Fila	18
Tabela 4. Média observada da Capacidade e velocidade para as portas de Entrada / Saída	20
Tabela 5 - Número de terminais segundo área total e área construída em 1999 (FONTE: NTU).....	23
Tabela 6. Amostra de 11 anos de viagens realizadas nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e SOCICAM.....	25
Tabela 7. Movimentação de viagens e passageiros nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e iniciativa privada.....	27
Tabela 7a. Dados das viagens geradas Estado do Rio de Janeiro - 2002 / 2003	27
Tabela 8. Dados do sistema intermunicipal de transporte por ônibus, por tipo de serviço - Estado do Rio de Janeiro – 2001 /2003	27
Tabela 9. Passageiros transportados por mês por ônibus em 2004	28
Tabela 10. Movimento anual, média diária de ônibus e passageiros e média de passageiros por ônibus na Rodoviária Novo Rio - 1994 - 2004.....	29
Tabela 11. Movimentação mensal de passageiros e ônibus no terminal rodoviário Novo Rio (principal terminal no município do Rio de Janeiro) - 2003.....	31
Tabela 12. Quadro comparativo de bilheteria.....	73
Tabela 13. Quadro da relação de passageiros por berço e horários.....	74
Tabela 14. Exemplo de Desembarques por berço e horários	77
Tabela 15. Exemplo Relação de assentos vendidos por horário em uma linha.....	82
Tabela 16. Matriz com fatores de ponderação das Categorias	88
Tabela 17. Avaliação de Desempenho α de k Terminais T e n Índices por Categoria... ..	89
Tabela 18. Simulação de e_{ij} = “pedestres entrando no terminal” e taxa λ_k em 41 minutos	99
Tabela 19 - Definição dos parâmetros para as dependências e eventos relacionados..	100
Tabela 20 - Definição das variáveis aleatórias e os eventos relacionados	101
Tabela 21 - Definição dos demais parâmetros do cenário de simulação.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Elementos principais de um Terminal	9
Figura 2. Diversos tipos de linhas de acordo com o traçado (fonte:FETRANSPOR)....	10
Figura 3. Conformação física de um Terminal típico (FONTE: NTU, 2004).....	24
Figura 4. Modelo Causal de Desempenho (LEBAS, 1995)	38
Figura 5. Gráfico dos Terminais segundo horário/passageiros e ônibus.....	46
Figura 6. Hierarquia da Decisão (Adaptado de The Analytic Hierarchy Process and Expert Choice - Capítulo 4)	49
Figura 7. Estrutura do IDGT – Índice de Desempenho Global do Terminal (adaptação do Autor)	86
Figura 8. Relação entre o custo de desenvolvimento e o valor de um modelo para o utilizador (adaptado de SARGENT, 2000)	92
Figura 9. Processo genérico de desenvolvimento e validação de um modelo (SARGENT, 2000).....	93
Figura 10. Modelo de Simulação SIMTERP	97

Figura 11. Entrada de pedestres com taxa λ em uma corrida	99
Figura 12. (a) Sistema de fila única (modelo M/Mm) e (b) Sistema de filas paralelas e independentes (modelo M/M/1)	103
Figura 13. Gráfico de dispersão.....	108
Figura 14. Representação do conceito de cenário.....	109
Figura 15. Tela inicial de Definição de um Cenário de Simulação	110
Figura 16. Janelas de Definição de Cenário:Empresas, Linhas e Horários.....	110
Figura 16.1. Janelas de Definição de Cenário: Parâmetros e Fatores.....	111
Figura 16.2. Janelas de Definição de Cenário: Passageiros e Visitantes.....	112
Figura 16.3. Janelas de Definição de Cenário: Instalações e Acomodações.....	112
Figura 16.3.1. Janelas de Definição dos Dados sobre Guichês	113
Figura 16.4. Janelas de Definição de Cenário: Calibragem pós-simulação	113
Figura 17. Janelas de Definição de Operadores e Linhas.....	114
Figura 18. Janelas de Definição das Linhas e Horários.....	115
Figura 19. Janela da cinemática da simulação.....	116
Figura 19.1 Janela da cinemática da simulação.....	116
Figura 20. Janela de informações da finalização da simulação	117
Figura 21. Relatório da simulação por tempo.....	117
Figura 21.1. Relatório da simulação por tempo.....	118
Figura 22. Relatório da simulação por evento.....	118
Figura 22.1. Relatório da simulação por evento.....	119
Figura 23. Tela de Apresentação dos Índices calculados	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de passageiros transportados – Total anual.....	25
Gráfico 2 . Gráfico de embarques de passageiros – Média anual.....	30
Gráfico 3 . Gráfico de desembarques de passageiros – Média anual	30
Gráfico 4. Distribuição de desembarques por horário.....	78
Grafico 5. Simulação da entrada de pedestres com taxa λk e corrida de 41 minutos..	100

LISTA DE SIGLAS

AGETRANSP - Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro

ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ASEP/RJ - Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do ERJ

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

CIDE – Fundação Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro

CODERTE - Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do ERJ

COMTEC - Companhia de Administração de Terminais e Centros Comerciais

COPPE – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

DETRO/RJ – Departamento de Transportes Rodoviários do ERJ
DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
EMTU/SP - Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo
ERJ – Estado do Rio de Janeiro
HCM - Highway Capacity Manual
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGDT – Índice Geral de Desempenho do Terminal
IQT - Índice de Qualidade do Transporte
ITRANS – Instituto de Desenvolvimento e Informação e Transporte
O/D – Origem e Destino
FETRANSPOR – Federação das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro
NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
PDTU – Plano Diretor de Transporte Urbano
PGV – Pólo gerador de Viagens
PGT – Pólo Gerador de Tráfego
RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SIMTERP – Simulador de Terminais Rodoviários de Passageiros
SOCICAM – Terminais Rodoviários e Representações LTDA
TRB - Transportation Research Board
TCQSM - Transit Capacity and Quality of Service Manual
UITP - International Union of Public Transport

1.0 Apresentação

1.1 Considerações iniciais

A formulação da presente dissertação de mestrado teve como estímulo a constatação, revelada no decorrer das pesquisas realizadas sobre Terminais Rodoviários de Passageiros e amparada pelas evidências da realidade brasileira, exemplo encontrado em (Romeu, 2006), que:

- . Poucas pesquisas de cunho científico são realizadas sobre Terminais Rodoviários de Passageiros, ficando a atenção voltada para os modos de transporte ferroviário e aeroviário;
- . Em muitas instalações o serviço oferecido é incipiente ou mesmo degradado apresentando descaso com a satisfação das necessidades do consumidor;
- . Falta iniciativa governamental de uma política nacional para o transporte rodoviário público de passageiros considerando a importância da inserção dos Terminais de passageiros municipais como elemento de integração regional;
- . O aumento da violência e da insegurança viária gera impactos na oferta de viagens e nos investimentos;
- . O sistema de transportes Intermunicipal não oferece oportunidades de deslocamento regular, penalizando o turismo doméstico, e inviabiliza os terminais como alternativa econômica;
- . Os dados de O/D referentes à mobilidade regional da população, não contemplam os Terminais Rodoviários de passageiros;
- . As Políticas de transporte, baseadas na ampliação do sistema viário, privilegia automóveis particulares em detrimento da totalidade da população;
- . Falta uma sistematização dos critérios de avaliação de desempenho da Gestão dos Terminais;
- . Apesar do que ocorre em outros modais, existe a necessidade de abordagens que contemplem estudos voltados à eficiência, produtividade e qualidade dos Terminais;
- . As concessões não contemplam medidas objetivas de avaliação do nível de serviço prestado inviabilizando o aprimoramento do sistema.

Assim, para este trabalho, foi decisivo compreender os mecanismos de funcionamento do sistema de transportes rodoviários intermunicipais de passageiros por ônibus realizando pesquisa sobre a Gestão dos terminais rodoviários de passageiros, a partir da análise das práticas atuais de administração dos Terminais.

Em síntese, quais são as medidas de efetividade que permitem avaliar o desempenho dos Terminais Rodoviários de Passageiros de forma a proporcionar um nível de serviço de qualidade para o usuário? É o que esta dissertação pretende investigar formulando um modelo de simulação, bem como criando índices de medição, para a avaliação de desempenho operacional dos Terminais.

A definição científica aceita para Modelos é que consistem de uma aproximação, representação ou idealização de aspectos selecionados da estrutura, comportamento, ou outras características de um processo ou sistema do mundo real (VOGT, 2007). Modelos podem ter outros modelos como componentes.

À medida que cresce o número de entidades e o detalhamento da análise de um processo ou sistema, a sua descrição e compreensão, através de métodos analíticos, se torna mais complexa. O método científico necessita corroborar, por experimentação, o modelo de explicação do fenômeno sob estudo, utilizando dados extraídos da realidade. Entretanto, existem situações em que são escassos os recursos para extrair os dados e, mesmo estes existindo, podem faltar ferramentas para analisar os dados que explicariam ou elucidariam o fenômeno. A criação de modelos e o uso das técnicas de simulação se fazem mais apropriadas justamente nesses casos. A modelagem procura estabelecer um recorte da realidade, constituindo objetos mais simples, normalmente utilizando ferramentas da matemática e da lógica, de forma a poder organizar, controlar, e até mesmo prever as direções que o fenômeno sob estudo tomará no tempo (VOGT, 2007).

Assim, a modelagem de um Terminal Rodoviário de Passageiros deve contemplar as funções mínimas necessárias que atendem aos usuários do sistema público de transportes. Por ser um empreendimento que se caracteriza como Pólo Gerador de Viagens e de Tráfego (respectivamente PGV e PGT), um terminal rodoviário interfere no tráfego veicular no entorno alterando a mobilidade e a acessibilidade das pessoas (PORTUGAL, 2003). A diferença essencial entre um Terminal e os outros tipos de

pólos - tais como *shopping centers*, praças ou cinemas – está na natureza do empreendimento. Um terminal existe para administrar a geração e a distribuição de viagens enquanto que nos outros tipos as viagens são decorrências das atividades econômicas e do uso do solo (KNEIB, 2004). Em ambos, o tráfego gerado possui características sistêmicas equivalentes e recebe o mesmo tratamento metodológico. A avaliação quantitativa da capacidade operacional do terminal permite conhecer o desempenho da sua gestão e dessa forma, a eficiência, a eficácia e a efetividade da prestação do serviço (CORREIA, 2005) (CYBIS *at al.*, 2004).

1.2 Relevância do Tema

A importância deste trabalho está na abordagem do problema, que contextualiza a Gestão do Terminal Rodoviário de Passageiros correlacionando vários elementos operacionais criando índices próprios de desempenho, e implementa um modelo de simulação como uma ferramenta de auxílio à análise para essas medidas de desempenho. Isso permite ampliar as pesquisas acerca das relações de causa e efeito existentes entre a demanda e a oferta de viagens intermunicipais, as práticas de gestão operacional, o dimensionamento da capacidade dos terminais rodoviários e as alternativas de tomada de decisão quanto ao nível de serviço oferecido.

A inovação da dissertação consiste na elaboração e sistematização das medidas de desempenho operacional e na implementação de um simulador para testar hipóteses, antes só possível realizando dispendiosas pesquisas de campo.

Portanto, a dissertação sobre a avaliação de desempenho de Terminais Rodoviários Intermunicipais de Passageiros e a simulação de vários cenários relacionados possibilita a tomada de decisão mais próxima da realidade. Fornece mais um recurso para a comunidade técnica do setor enfrentar os desafios do planejamento do sistema de transporte contribuindo para a melhoria do nível de serviço ofertado.

O simulador SIMTERP é um modelo de simulação para ser utilizado como gerador de dados para o Modelo de Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários de Passageiros que oferecem viagens intermunicipais. O escopo do Modelo de Avaliação de Desempenho envolve a avaliação do esforço de Capital, Material, Pessoal e da

tecnologia operacional empregada pela Gestão do Terminal para administrar a sua atividade-fim. Para tanto, o SIMTERP gera dados amostrais a partir da simulação das atividades típicas existentes nos Terminais para calcular os índices, desenvolvidos especificamente para medir o desempenho operacional, de forma a avaliar a eficiência e a eficácia do serviço prestado de Coordenação e Controle de Viagens. Estes dados devem ser coerentes com a realidade do Terminal, para auxiliar no teste e validação dos índices criados para a avaliação de desempenho.

1.3 Objetivo

O principal objetivo da dissertação é investigar os mecanismos de funcionamento da gestão dos terminais rodoviários de passageiros que ofertam viagens intermunicipais utilizando técnicas de avaliação de desempenho e de simulação. Para isso são usadas medidas de efetividade, especificamente criadas a partir das relações pesquisadas entre os elementos que caracterizam um sistema de Terminal Rodoviário de Passageiros, e um modelo de simulação formulado considerando essas medidas. Os objetivos específicos são:

- Modelar os índices de desempenho para analisar a gestão do terminal
- Elaborar um Modelo de Simulação para avaliar o desempenho operacional dos terminais considerando esses índices
- Apresentar um estudo de caso que consiste na simulação de 2 terminais do Estado do Rio de Janeiro
- Analisar o estudo de caso, com base nos resultados da simulação.

1.4 Estrutura da Dissertação

O trabalho está dividido em oito capítulos de maneira a conduzir o entendimento tanto do objetivo principal como dos específicos da dissertação.

No capítulo 1, são apresentados os objetivos, a relevância e a estrutura da presente dissertação de mestrado. Os capítulos 2, 3 e 4 abordam, respectivamente, os temas terminais rodoviários de passageiros, avaliação de desempenho e simulação. A forma de exposição é descritiva procurando situar o leitor no contexto da dissertação utilizando como recurso uma breve revisão bibliográfica sobre os temas.

O capítulo 2, Terminais Rodoviários de Passageiros, faz uma abordagem sobre a história, caracterização, classificação e tipologia, as vantagens e desvantagens no sistema de transportes. São apresentados, também neste capítulo, os elementos principais que contribuíram para a classificação dos indicadores. Com relação à avaliação de desempenho, no capítulo 3, são apresentados os conceitos e as técnicas mais utilizadas, identificando os elementos aplicados aos terminais.

O capítulo 4 discorre sobre as técnicas de simulação, tipologia e apresenta alguns simuladores empregados em transporte. Uma pequena revisão bibliográfica é feita abordando os tipos de simuladores mais utilizados. A modelagem dos indicadores e índices é proposta no capítulo 5, o qual apresenta uma descrição pormenorizada das premissas e das hipóteses formuladas, bem como a metodologia utilizada para o desenvolvimento na presente dissertação. Os procedimentos metodológicos utilizados nessa modelagem consistiram de: pesquisa de dados, hipóteses a serem respondidas e a análise dos dados obtidos, caracterização dos indicadores, procedimentos de classificação e cálculo dos indicadores.

O capítulo 6 consiste na exposição do modelo de simulação proposto, suas variáveis, tabelas e gráficos que suportam a modelagem assim como: apresentação dos valores numéricos, a análise e uma correlação matemática entre as variáveis. O estudo de caso sobre a avaliação de desempenho de um terminal rodoviário utilizando dados gerados por simulação é apresentado no capítulo 7.

A constatação da aderência dos resultados obtidos em relação aos indicadores de desempenho calculados utilizando os dados da simulação e, portanto, satisfazendo as hipóteses formuladas, está explicitada na conclusão (capítulo 8), assim como também são apresentadas as recomendações, da presente dissertação de mestrado, sobre a necessidade de elaboração de novas pesquisas relacionadas ao tema.

2.0 Terminais Rodoviários de Passageiros

2.1 Considerações Iniciais

Embora a história do transporte rodoviário no Brasil seja mais antiga do que a de outros modos, como o ferroviário e o aeroviário, o estudo sistemático dos terminais rodoviários de passageiros é recente. Pouco material foi encontrado que fizesse referência sobre a história dessas instalações. Isto porque a atenção é voltada para os subsistemas de maior capacidade, razão pela qual encontramos detalhadas descrições.

Em um artigo apresentado por Vanessa Bárbara (2003), ela cita que a origem dos Terminais Rodoviários de Passageiros no Estado do Rio de Janeiro data do fim do século XIX iniciando-se com as experiências do Estado de São Paulo. O sistema de transportes urbanos e intermunicipais já naquela época enfrentava um quadro de alto crescimento populacional, aumento de frota e do número de viagens urbanas e intermunicipais. A ocupação urbana se encontrava desprovida de ordenação e carecia de um elemento estruturador que possibilitasse um arranjo harmônico para a cidade considerando os vários modos de transporte coletivo, até então charretes e bondes. Como consequência dos interesses comuns por viagens pendulares do centro para periferias e vice-versa, novas áreas de concentração foram surgindo. Essas áreas de concentração foram se tornando referência de origem e destino de viagens, permitindo estabelecer critérios para o traçado das linhas e itinerários, nos mais variados modos de transporte. A definição de terminal se aplica justamente ao lugar onde se inicia e termina uma viagem. Portanto, terminal de transbordo, terminal de integração ou terminal multimodo são expressões para uma mesma idéia central.

Poucos estudos foram encontrados sobre avaliação de desempenho da gestão das operações em Terminais Rodoviários de Passageiros, tanto oriundos das Universidades quanto das empresas públicas ou privadas no Brasil. E, mesmo no exterior, como se depreende da leitura do manual americano HCM-Highway Capacity Manual, do Transportation Research Board (TRB, 2001) e da literatura disponibilizada do International Union of Public Transport (UITP,1997), do Reino Unido.

As pesquisas realizadas na literatura revelaram que ainda não foi confeccionado um Simulador que propiciasse analisar o desempenho operacional dessas instalações,

abrindo uma lacuna na investigação científica desse componente de análise para o sistema de transportes.

A conclusão da pesquisa bibliográfica feita até o momento da confecção dessa dissertação foi que existem poucos estudos científicos sobre Centros Rodoviários de Passageiros, ou Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais. Assim como, também, sobre a avaliação do seu desempenho ou mesmo pesquisas envolvendo simulação, realizadas com o objetivo de conhecer mais sobre a eficiência operacional da gestão dessas instalações. A maioria das referências encontradas analisava as estações ou os terminais, ambos para ônibus, sob a ótica da integração modal ou do modo de transporte de maior capacidade, tais como aeroportos e ferrovias; ou ainda em relação às distâncias percorridas por cada linha. Destas, podemos citar (RASHID *at al.*, 2005) (MARTINEZ ÁLVARO, 2006) (FERREIRA *at al.*, 2002) (GONÇALVES, 1986).

Nesse caso, o desempenho refere-se à medida de eficiência e eficácia da administração da operação de um Centro de Produção e Gerência de Viagens. Alguns estudos realizados permanecem nas empresas prestadoras de serviços e não são divulgados por razões mercadológicas.

O mesmo foi constatado sobre os dados referentes à oferta e demanda nesses Centros, e todo o segmento dentro do sistema de transportes. A falta de dados espelha uma situação de assimetria entre as práticas gerenciais do poder público e das operadoras. Assim, um olhar clínico e agudo torna-se necessário para descobrir relações de causa e efeito em um ambiente escasso de informações.

A pesquisa de campo é fundamental para extrair elementos que auxiliem na formulação de um estudo sistemático sobre os terminais na rede de transportes. A aplicação do questionário sugerido no Anexo 6 objetiva coletar os dados sobre a movimentação das pessoas pelas instalações ao longo de um período de observação. Esse levantamento permite entender o comportamento dos atores e assim as práticas atuais de gestão. Dessa forma, os poucos dados históricos disponibilizados pelos órgãos do setor serão complementados com uma perspectiva mais realista do que ocorre com o sistema de

Centros Rodoviários trazendo mais subsídios para um estudo formal do funcionamento da sua operação.

Embora a escassez de dados seja um óbice para uma avaliação de desempenho mais precisa, e dessa forma conhecer as características do parque de Terminais instalados, isso não impede de serem realizadas outras análises. A tabela 1 apresenta uma classificação dos Terminais Rodoviários em função do Número Médio de Partidas Diárias (DNER,1986). O critério de Partidas é útil em um primeiro momento, porém insuficiente para avaliar a eficiência da Gestão do Terminal. Características como movimento diário e circulação interna de pessoas também são elementos classificadores de relevância.

Tabela 1. Classificação dos Terminais segundo o critério de Partidas Diárias

Tipo	Quantidade média de partidas diárias	Quantidade de Plataformas	
		embarque	desembarque
A	901 a 1250	45 a 62	15 a 21
B	601 a 900	30 a 45	10 a 15
C	401 a 600	20 a 30	7 a 10
D	251 a 400	13 a 20	5 a 7
E	151 a 250	8 a 13	3 a 5
F	81 a 150	5 a 8	2 a 3
G	25 a 80	2 a 5	1 a 2
H	15 a 24	1	1

O layout e a localização do Terminal dependem de fatores conjunturais, tais como da demanda por viagens na região. As instalações internas devem fornecer um mínimo de conforto e promover um atendimento rápido e preciso. Daí o conceito de Nível de Serviço, aplicado às funcionalidades e aos recursos humanos de um Terminal. A figura 1 apresenta os elementos principais de um Terminal típico com suas dependências para efeito desse trabalho:

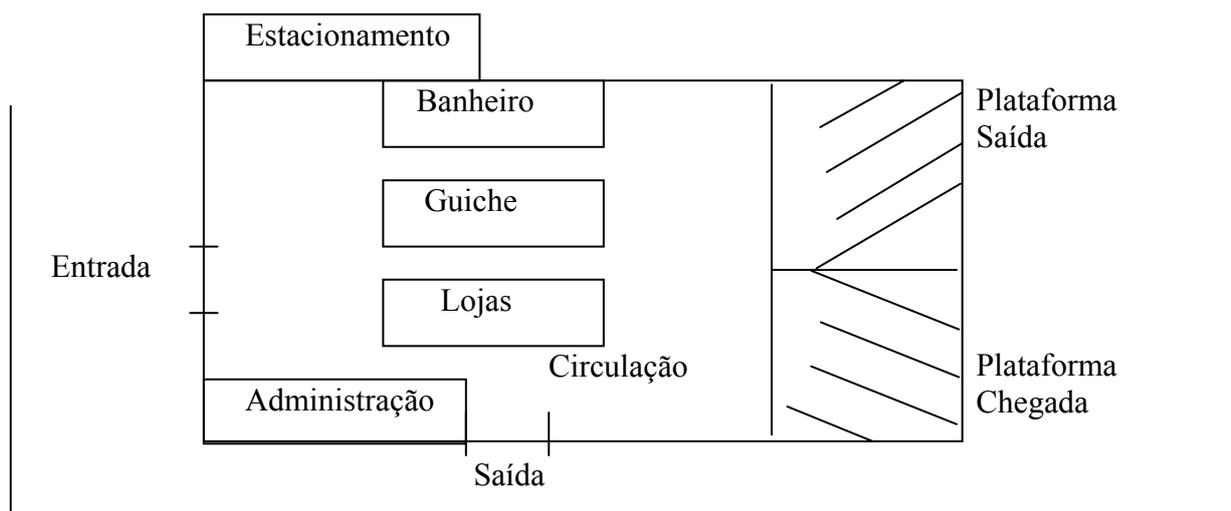


Figura 1. Elementos principais de um Terminal

2.2 Caracterização dos Terminais

Os principais elementos estruturadores de uma rede de transporte rodoviário são os terminais de passageiros. Assim sendo, por ser um pólo gerador de tráfego e viagens, ao estudar esses equipamentos se faz necessário considerar o ambiente a sua volta. (PORTUGAL & GOLDNER, 2003) (KNEIB, 2004). Ademais, os terminais facilitam a operação das linhas troncais, na qual ocorre a maioria do tráfego de veículos de maior capacidade, equalizando com as linhas alimentadoras, normalmente de baixa densidade de tráfego, mas intensa no fluxo de viagens devido ao movimento pendular periferia-centro da cidade.

As linhas troncais e alimentadoras representam os tipos básicos de traçado aplicado aos sistemas de transporte rodoviário (figura 2). A articulação é realizada considerando determinados nós da rede de transporte ou terminais rodoviários. As linhas alimentadoras são de pequena extensão e permitem a operação em vias coletoras, fazendo os serviços de captação ou distribuição dos passageiros pelas periferias urbanas. Isto ocorre geralmente no pico da manhã, horário no qual os usuários das áreas residenciais acorrem para os terminais e dali para seus destinos. No pico da tarde, essas linhas operam o inverso, fazem a distribuição dos terminais para as áreas residenciais ou dos núcleos periféricos de trabalho para os terminais, como exemplificado no trabalho de FERIANCIC (FERIANCIC *at al*, 2003).

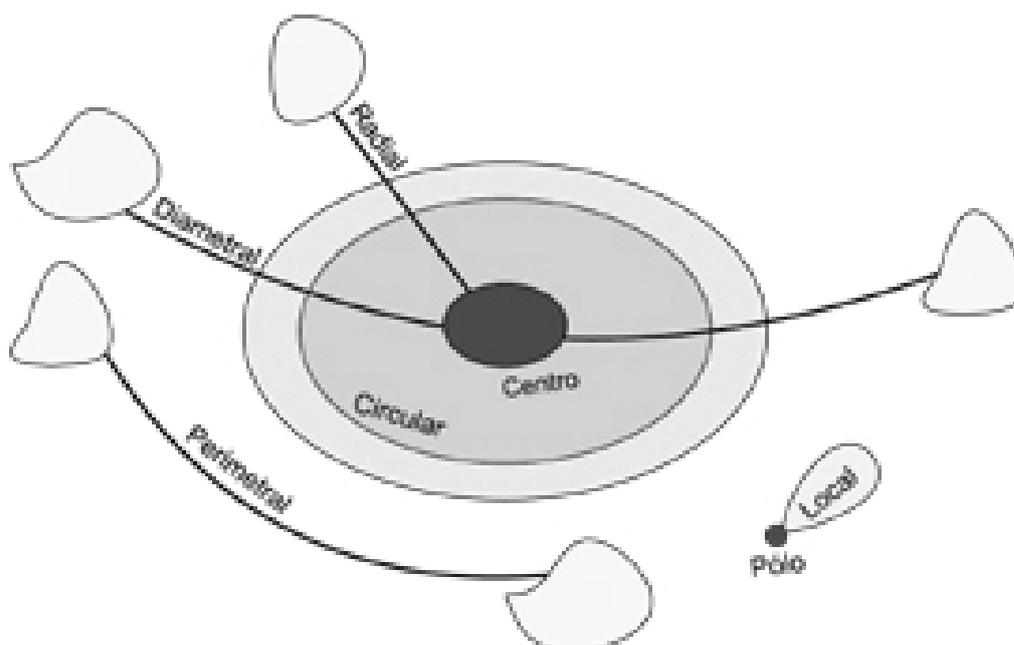


Figura 2. Diversos tipos de linhas de acordo com o traçado (fonte:FETRANSPOR)

A organização da distribuição de viagens faz com que os usuários utilizem os terminais onde existem possibilidades de integração modal ou de linhas. Os passageiros podem fazer o transbordo para as linhas-tronco que melhor atendam ao seu destino. Nas linhas troncais ocorre a prestação do serviço de transporte entre os terminais e os principais pólos de atração ou produção de viagens, geralmente o centro da cidade, ou mesmo entre dois ou mais terminais. As linhas troncais utilizam o sistema viário principal da cidade e carregam volumes mais significativos de passageiros.

Uma pesquisa realizada pela NTU nos municípios com mais de 100.000 habitantes situados fora das regiões metropolitanas, procurou verificar onde existem terminais e quais eram suas características básicas (NTU/ANTP, 1999). Tomando por base 96 municípios, a NTU obteve 88 municípios respondentes. Deste total, 29 (33%) disseram que possuíam algum terminal de ônibus que viabilizava a distribuição de viagens em parte ou para toda a rede de transporte público. Com exceção de Campinas, Campo Grande, São Luís, Goiânia e Manaus, todos os demais 24 municípios (82,8%) pesquisados se enquadravam entre as cidades de porte médio consideradas na classificação.

Em 28 cidades que possuíam terminais mais bem aparelhados para gerenciar a distribuição de viagens, um total de 96 terminais era com área construída para a

realização de transferências, uma média de 3,4 terminais por cidade. Das cidades pesquisadas apenas Franca (Estado de São Paulo) não possuía terminais.

As vias exclusivas para ônibus estavam presentes em 10 das 29 cidades pesquisadas, perfazendo 34,5% do total. E as cidades restantes utilizavam vias com tratamento preferencial para a circulação de ônibus, vias segregadas e faixas exclusivas com separadores pintados, otimizando a sinergia com o terminal. (NTU/ANTP, 1999)

Os terminais realizam importante tarefa na integração dos sistemas de transportes, sobretudo nas regiões metropolitanas de São Paulo, Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre. Nestas regiões, os eixos troncais são as linhas de metrô e trens metropolitanos operadas pela CBTU (Administração Federal) ou por empresas estaduais. Nas demais regiões metropolitanas, grandes centros e cidades de médio porte citados a integração é predominantemente ônibus-ônibus.

2.2.1 Atores envolvidos

Um Terminal Rodoviário de Passageiros se caracteriza por ser um Centro de Produção e Gerência de Viagens, onde convergem empresas que ofertam viagens, comerciantes e prestadores de serviço e passageiros que desejam realizar viagens. Vários aspectos funcionais compõem essa caracterização o que, segundo as definições encontradas no trabalho de Portugal e Goldner, faz do Terminal um Pólo Gerador de Viagens atípico dentro do sistema de transportes (PORTUGAL & GOLDNER , 2003). Isto porque, o Terminal se configura como sendo um nó na rede de transportes, sendo o percurso das linhas seus arcos. As operações podem ser unimodo ou multimodo, funcionando como um integrador dos vários modos de transporte, ponto de acesso do cidadão ao sistema e proporcionando uma etapa segura para transbordo ou transferência racional de passageiros. A transferência racional é o principal aspecto dessas instalações uma vez que as movimentações de veículos e passageiros são realizadas por meio de uma gestão centralizada de horários e linhas, o que permite a organização de todo o sistema (MESQUITA, 1981).

2.2.2 Funcionalidades e padrões mínimos para operação do Terminal

Um terminal rodoviário é uma instalação que deve possuir todas as funcionalidades para atendimento das necessidades dos agentes envolvidos na sua operação e utilização. Como agente podemos ter o operador de transporte, o comerciante que explora o terminal, os funcionários dos operadores locados, os funcionários da instalação e terceirizados e, principalmente, o passageiro e seus acompanhantes e os visitantes. Tais funcionalidades referem-se tanto à infra-estrutura dedicada às atividades como também os serviços disponibilizados pelo Terminal e são considerados na formulação dos conceitos de capacidade, desempenho, nível de serviço, qualidade, localização, acessibilidade, escoamento e mobilidade. Assim, padrões mínimos operacionais devem ser adotados para itens tais como: banheiros, armários e serviços de bagagem, praça de comércio, área de embarque e desembarque, atendimento médico, vigilância e segurança, instalação administrativa, sinalização interna e externa, área de circulação e espera de embarque e desembarque, área de manobras interna e externa, área de venda de passagens e estacionamento.

Cada funcionalidade possui um nível de serviço e um índice de desempenho, aplicados ao seu uso e funcionamento. As atividades que acontecem nas dependências consomem tempo e tendem a formarem filas na medida em que as pessoas vão chegando nos períodos próximos aos horários de pico.

Os tempos gastos em cada funcionalidade oferecida pelo terminal são computados considerando a frequência com que as pessoas acessam o terminal. Essas pessoas circulam pelas áreas comuns, nas lojas, nos locais de embarque e desembarque; utilizam banheiros, acorrem aos guichês das companhias, usam os serviços públicos oferecidos tais como correios e telefones, chegam e partem acompanhadas, se acomodam em outras dependências e visualizam as informações através de cartazes, letreiros e painéis de todo tipo.

Exceto por aquelas estações situadas nos grandes centros urbanos, nem todas as funcionalidades são encontradas em instalações das cidades menores, mesmo as que possuem forte apelo turístico. Na análise das funcionalidades e padrões mínimos de operação foram considerados os seguintes itens:

- 1) Dependências de um terminal
 - 1.1) Lojas (serviços, alimentação, quiosques, etc.)
 - 1.2) Bilheterias
 - 1.3) Instalações sanitárias
 - 1.4) Área de circulação (lazer, etc)
 - 1.5) Bagagem
 - 1.6) Estacionamento
 - 1.7) Estoque/almojarifado
 - 1.8) Escritórios/administração
 - 1.9) Instalações prediais
- 2) Pontos factíveis de formação de filas
 - 2.1) Bilheteria
 - 2.2) Área de chegada/partida dos ônibus
 - 2.3) Área de espera para embarque/desembarque
 - 2.4) Área/perímetro de chegada/partida da população
 - 2.5) Área/perímetro de chegada/partida de veículos
 - 2.6) Estacionamento
 - 2.7) Lojas e pontos de apoio
- 3) Critérios de dimensionamento físico
 - 3.1) Bem dimensionada, superdimensionada, etc em função da demanda de passageiros, operadores e viagens que o terminal comporta, bem como o espaço reservado para o comércio e serviços
 - 3.2) Tamanho (cotas) das áreas dedicadas para cada dependência em função da carga diária (visitas) e dimensionamento total em função do posicionamento geográfico do terminal na cidade
- 4) Caracterização dos critérios de satisfação do cliente
 - 4.1) Estado de conservação
 - 4.2) Limpeza, segurança, conforto e acomodação
 - 4.3) Atendimento (*Gerenciamento do Relacionamento com o Cliente*)
 - 4.4) Facilidade de acesso
- 5) Sistema de informações
 - 5.1) Utilizado pelos operadores
 - 5.2) Dedicado aos usuários e população em geral
 - 5.3) Terceirizado ou próprio da administração do terminal

- 5.4) Divulgação e mídia, exibição dos horários e facilidade de comunicação
- 6) Caracterização das infra-estruturas
 - 6.1) Atendimento aos Portadores de Necessidades Especiais
 - 6.2) Serviços de emergência (para-médicos, bombeiros, manutenção)
 - 6.3) Água, esgoto, energia elétrica, acessos asfaltados, garagens, áreas de trânsito para manobras

Como exemplo de análise das atividades de um Terminal, segue uma parte da abordagem preconizada no Transit Capacity and Quality of Service Manual, na Parte 7 referente a Paradas, Estações e Capacidade de Terminais, segunda edição (TCQSM, 2003). Embora a aplicação do simulador proposto, SIMTERP, seja para gerar dados com o propósito de analisar o comportamento dos índices de desempenho da gestão de um Terminal, o TCQSM serviu como referência para análise das suas funcionalidades, definidas no Brasil principalmente pelo MITERP - Manual de Implantação de Terminais (DNER, 1986).

Algumas áreas do Terminal incluem uma variedade de atividades de usuários dentro de um mesmo espaço. As pessoas podem estar passeando, esperando numa fila para comprar passagens, esperando para encontrar alguém ou fazendo compras ao mesmo tempo e no mesmo espaço.

Em todos esses casos, o método de análise é referido como análise espaço-tempo (TCQSM, 2003). Análises espaço-tempo incorporam o limite de espaço das pessoas previsto na abordagem de Nível de Serviço, o qual é calculado considerando o tempo gasto em cada atividade específica dentro de um determinado espaço.

O espaço-tempo necessário para uma atividade particular é representado pela seguinte relação (HCM, 2001):

$$TS_{nes} = \sum P_i \times S_i \times T_i \quad (1)$$

onde:

TS_{nes} = espaço-tempo necessário (m²-s);

P_i = número de pessoas envolvidas na atividade i ;

S_i = espaço necessário para a atividade i (m²); e

T_i = tempo necessário para a atividade i (s).

O total de espaço-tempo necessário de todas as atividades é então comparado com o espaço-tempo disponível representado pela fórmula:

$$TS_{disp} = S_{disp} \times T_{disp} \quad (2)$$

onde:

TS_{disp} = espaço-tempo disponível (m^2 -s);

S_{disp} = espaço disponível dentro da área analisada (m^2); e

T_{disp} = tempo disponível como definido para o período de análise (s).

A abordagem para aplicar a análise espaço-tempo varia dependendo da situação que está sendo analisada e de informações específicas ou opções a serem consideradas. Uma aplicação típica pode envolver as seguintes etapas:

1. Estabelecer as Origens e Destinos dentro e nos limites do espaço analisado.
2. Através da rede de pessoas dentro do terminal assinalar as rotas dessas pessoas para cada par Origem/Destino.
3. Totalizar o volume de pessoas passando por cada zona em análise.
4. Identificar os tempos de caminhada dentro de cada zona. Isso pode variar dependendo de suas rotas através de cada zona.
5. Determinar o percentual de pessoas que passam por cada zona, parando e permanecendo por vários propósitos específicos, tais como esperando um ônibus, comprando passagens, fazendo compras, etc.
6. Determinar o tempo gasto de permanência em cada zona para cada motivo.
7. Calcular a demanda espaço-tempo multiplicando o número de pessoas e número de permanência pelo tempo para caminhar através desses espaços e pelo tempo de permanência para várias atividades respectivamente, e pelo espaço usado por uma pessoa engajada em cada atividade.
8. Calcular o espaço-tempo disponível multiplicando a área utilizável do andar pela duração do período de análise.
9. Calcular a taxa oferta-demanda dividindo a demanda espaço-tempo pelo tempo-espaço disponível.
10. Aplicar um Nível de Serviço baseado nas faixas de valores das taxas de oferta-demanda.

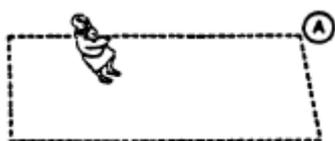
Na Tabela 2 tem-se os Níveis de Serviço para os pedestres nos caminhos e áreas de trânsito internas do Terminal (TCQSM, 2003):

Tabela 2. Níveis de Serviço para os Pedestres nos Caminhos e Áreas de Trânsito

NS	Espaço do Cliente (m ² /ped)	Velocidades e Fluxos Esperados		v/c
		Velocidade Média S(m/min)	Fluxo por Unidade de Comprimento v (ped/m/min)	
A	≥3,3	79	0-23	0,0-0,3
B	2,3-3,3	76	23-33	0,3-0,4
C	1,4-2,3	73	33-49	0,4-0,6
D	0,9-1,4	69	49-66	0,6-0,8
E	0,5-0,9	46	66-82	0,8-1,0
F	< 0,5	< 46	Variável	Variável

v/c = razão volume-capacidade

As Ilustrações seguintes demonstram os critérios dos Níveis de Serviço para a Área Comum de Circulação (TCQSM, 2003):



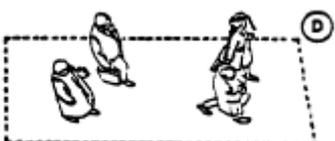
NÍVEL DE SERVIÇO A - Velocidade de caminhada livremente selecionada; improváveis conflitos (ou choques) com outros pedestres.



NÍVEL DE SERVIÇO B - Velocidade de caminhada livremente selecionada; as pessoas reagem à presença de outras.



NÍVEL DE SERVIÇO C - Velocidade de caminhada livremente selecionada; em fluxos unidirecionais é possível haver choques; conflitos menores em sentido contrário ou em movimentos cruzados.



NÍVEL DE SERVIÇO D - Liberdade para selecionar a velocidade de caminhada e ultrapassar os outros é restrita; alta probabilidade de conflitos nos movimentos contrários e cruzados.



NÍVEL DE SERVIÇO E Velocidades de caminhada e de ultrapassagem são restritas para todos os transeuntes; movimento para frente confuso e difícil; movimentos inversos e cruzados são possíveis com extrema dificuldade; o volume se aproxima do limite da capacidade de caminhada.



NÍVEL DE SERVIÇO F – Velocidades de caminhada são severamente restritas; freqüentes e inevitáveis choques com os outros; movimentos inversos e cruzados são virtualmente impossíveis; fluxo é esporádico e instável.

2.2.3 Utilização das dependências e facilidades do Terminal

Para as áreas de fila e de espera, tais como guichês, lanchonetes e banheiros, a medida primária para definição do Nível de Serviço é a média do espaço disponível para cada pessoa. Em adição ao sentimento de conforto ocasionado pelo desejo de espaço existe também um relacionamento direto entre a média de espaço disponível para cada pessoa e o grau de mobilidade permitido.

O Nível de Serviço para as áreas de fila e de espera, visto na tabela 3, é representado em termos de área média por pessoa e média de espaço interpessoal (distância entre as pessoas). Os limites foram desenvolvidos baseados na média de espaço para o pedestre, conforto pessoal e graus de mobilidade interna do Terminal.

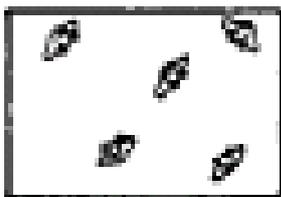
O Nível de Serviço necessário para a área de espera dentro do Terminal é uma função da quantidade de tempo gasto na espera, do número de pessoas esperando e de um nível de conforto. Tipicamente, quanto maior a espera maior é o espaço por pessoa necessário. A tolerância de uma pessoa em relação ao nível de adensamento variará com o tempo.

A aceitação de uma pessoa em ficar muito próxima de outra também dependerá das características sociológicas da população, das condições ambientais do clima e do tipo de Terminal (TCQSM, 2003).

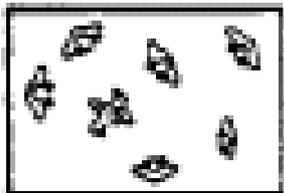
Tabela 3. Níveis de Serviço para as Áreas de Fila

NS	Média da Área de Pedestres (m ² /ped)	Média do Espaçamento InterPessoa (m)
A	≥1,2	≥1,2
B	0,9-1,2	1,1-1,2
C	0,7-0,9	0,9-1,1
D	0,3-0,7	0,6-0,9
E	0,2-0,3	<0,6
F	< 0,2	Variável

Ilustração dos critérios de Nível de Serviço para a Área Circulação de Pedestres e de Fila de espera:



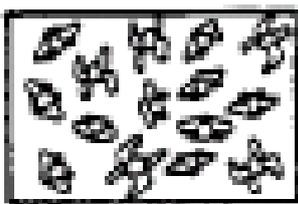
NÍVEL DE SERVIÇO A – Permanência e livre circulação através da área de fila é possível sem perturbar os outros dentro da fila.



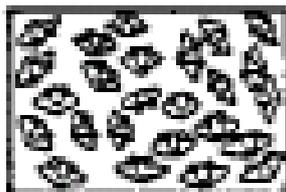
NÍVEL DE SERVIÇO B – Permanência e circulação parcialmente restrita para evitar perturbações às outras pessoas dentro da fila.



NÍVEL DE SERVIÇO C - Permanência e circulação restrita por toda a área da fila e é possível a perturbação de outros transeuntes; essa densidade está dentro da faixa do conforto pessoal.



NÍVEL DE SERVIÇO D – Permanência sem um tocar no outro é impossível; a circulação é severamente restrita dentro da fila e movimentos de avançar é somente possível como um grupo; esperas mais longas nessa densidade é desconfortante.



NÍVEL DE SERVIÇO E – Permanência em contato físico com os outros é inevitável; circulação dentro da fila não é possível; a fila nessa densidade somente pode ser suportada sem desconfortos maiores por um período curto de tempo.



NÍVEL DE SERVIÇO F –Virtualmente todas as pessoas dentro da fila estão em contato físico permanente; essa densidade é extremamente desconfortante; nenhum movimento é possível dentro da fila; o potencial para empurrar e para o pânico existe.

2.2.4 Utilização das portas de acesso de entradas e saídas do Terminal

Outra consideração importante é sobre o papel das portas de entrada e saída, ou acessos principais do Terminal. O efeito das portas de entrada-saída do Terminal sobre o fluxo de pedestres dependerá da velocidade (*headway*) entre os pedestres. Quando um pedestre alcança uma porta deve existir suficiente separação tempo-velocidade para permitir que os pedestres passem pela porta, ou qualquer outra facilidade como o guichê de cobrança antes do próximo pedestre chegar. Se o tempo entre sucessivos pedestres for muito próximo surgirá uma fila.

A capacidade da porta de entrada-saída é, portanto, determinada pelo tempo mínimo necessário para que cada pedestre passe por dela. A tabela 4 sumariza as médias observadas das velocidades para diferentes tipos de portas. Embora seja recomendado o registro das velocidades em portas similares em projeto e operação àquelas sob investigação, os valores exibidos na tabela 4 podem ser usados, se os dados de campo não estiverem disponíveis, com o menor valor representando o valor mais próximo da velocidade mínima.

Tabela 4. - Média observada da Capacidade e velocidade para as portas de Entrada / Saída

Tipo de Ingresso	Headway Observado (seg)	Médio Volume de Pedestres Equivalente (p/min)
Livre circulação	1,0 – 1,5	40 - 60
Circulação por direção	1,7 – 2,4	25 - 35

Os critérios de Nível de Serviço utilizados para avaliar as Portas de entrada-saída, caso estas existam, são os mesmos daqueles usados para avaliar as áreas de circulação. O objetivo é manter uma taxa média de fluxo de pedestres (ou velocidade de caminhada) através de todo o sistema de circulação de pessoas. A capacidade de uma porta de entrada-saída será baseada somente na largura da porta se ela estiver normalmente aberta, mas será reduzida se a porta estiver fechada de forma que obrigue o pedestre a abri-la ou obstruída por objetos e pessoas.

Existe uma preocupação com o conforto dos Portadores de Necessidades Especiais. Além do conforto e do fornecimento de facilidades de acesso, o fornecimento de soluções de evacuação durante uma situação de emergência é uma consideração importante no projeto de Estações e Terminais.

A providência principal está relacionada à capacidade do Terminal. As saídas devem ter capacidade de evacuação dos ocupantes, incluindo aqueles ainda embarcados, no menor tempo possível.

A segurança pública nas estações rodoviárias tem conseqüências importantes nas viagens. Se os passageiros sentirem que o Terminal é inseguro, eles tentarão evitá-lo mesmo se o nível atual de crimes for baixo. A força policial, câmeras de vídeo e locais de chamada de emergência podem ter um papel ativo na segurança do Terminal.

Entretanto, fatores tais como visibilidade, iluminação e a presença de outras pessoas (não estar abandonada) podem também ter papel decisivo.

2.2.5 Dimensionamento e Implantação

Das pesquisas realizadas nos órgãos públicos e informações disponibilizadas pelas empresas construtoras ou administradoras se depreende que não existem padrões definidos, nem critérios objetivos, para se construir Terminais em um sistema de transportes. Cada cidade, desenho urbano e necessidades por transportes condicionam os custos de construção de Terminais Rodoviários, seu porte e as características do empreendimento. Os dados de investimentos a seguir foram obtidos da NTU – Associação Nacional da Empresas de Transportes Urbanos (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006).

A implantação de Terminais mais recente com participação de investimentos privados ocorreu em Uberlândia em 1997. O empreendimento contou com 4 terminais, em uma área total de terreno de 48.815 m² e área construída de 32.282 m². A Prefeitura desta cidade licitou a construção e operação de 4 terminais, entre eles um Terminal Central que, além das instalações para o transporte, possui um pequeno *shopping center* de 24.000 m² de área construída, com 69 lojas para aluguel, e um estacionamento para aproximadamente 260 automóveis. Os outros 3 terminais são instalações bem menores cujo custo se situou ente R\$350.000 e R\$760.000, enquanto o Terminal Central exigiu recursos de aproximadamente R\$6 milhões. A concorrência foi ganha pelo consórcio entre a Construtora Andrade Gutierrez e o Grupo ALGAR, dando origem à Companhia de Administração de Terminais e Centros Comerciais (COMTEC). No total a concessionária investiu cerca de R\$11 milhões, levando 11 meses para completar o empreendimento. O sistema entrou em funcionamento em julho de 1997. Os investimentos e os custos de manutenção dos terminais são remunerados, além das receitas com aluguéis de lojas e estacionamento de veículos, por 4,5% da receita tarifária do sistema de ônibus (NTU/ANTP, 1999).

Em Criciúma, Santa Catarina, os investimentos foram de R\$12 milhões entre 1995 e 1996 para construir 3 terminais urbanos, com uma área edificada de 7.064 m² e 18 abrigos para embarque e desembarque de passageiros ao longo da via exclusiva. Para o

terminal central, além de uma área edificada de 3.178m², foi construída uma área subterrânea de 7.000 m² com acesso para pedestres e 32 lojas comerciais com 26 m² em média cada uma.

O terminal de São Luís, no Maranhão, custou R\$1,2 milhões com uma área coberta de 27.000 m² e 35.000 m² de área de terreno.

A Prefeitura de Fortaleza, no Ceará, investiu na construção de 7 terminais cerca de R\$15 milhões entre 1992 e 1995; não incluindo as desapropriações. Em média o custo de cada terminal variou entre R\$600 mil e R\$3,5 milhões, custo este condicionado à área e à localização.

Estas iniciativas evidenciam a necessidade de investimentos no setor, o que pressupõem investigações de metodologias de planejamento e gestão que conciliem os interesses nem sempre concordantes entre os diversos agentes envolvidos.

2.2.6 Capacidade dos Terminais e o uso do solo

O layout e a solução arquitetônica dos terminais rodoviários de passageiros são semelhantes em quase todas as fontes pesquisadas (DNER, 1986) (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006) (TCQSM, 2003) (ROMEU, 2006) (GOUVÊA, 1980) (ANTT, 2002) (MESQUITA, 1981). Os arranjos de construção são adequados às condições de infra-estrutura locais e os impactos sobre o uso do solo são mínimos para a população. A tabela 5 apresenta a distribuição dos terminais em algumas cidades brasileiras segundo a área total de terreno e a área construída ou coberta. Percebe-se que a área média de terreno é de 12.870 m² e a média da área construída em torno de 4.160 m².

Tabela 5 - Número de terminais segundo área total e área construída em 1999 (FONTE: NTU)

Área (m ²)	Área total ¹		Área construída ²	
	Nº de terminais	%	Nº de terminais	%
0 - 5000	10	20,8	38	74,5
5001 - 10000	16	33,3	6	11,8
10001 - 15000	8	16,7	4	7,8
15001 - 20000	6	12,5	1	2,0
20001 - 30000	2	4,2	2	3,9
30001 - 40000	4	8,3		
40001 - 50000	2	4,2		
Total	48	100,0	51	100,0

(1) Área de terreno.

Número de terminais incluídos: Campinas 7, Curitiba 21, Criciúma 3, Recife 5, São Luís 1, Uberlândia 5 e Vitória 6.

(2) Área construída ou coberta.

Número de terminais incluídos: Campinas 7, Curitiba 21, Criciúma 3, Goiânia 8, São Luís 1, Uberlândia 5 e Vitória 6.

Mesmo que o uso do solo seja aproveitado de forma racional e equacionado com as outras necessidades da população, segundo a NTU a capacidade dos terminais nos horários de pico em atender a quantidade de ônibus em operação e a demanda por viagens esgota-se em 1 a 2 anos de funcionamento. (<http://www.ntu.org.br>, acessado em outubro de 2006). Em Fortaleza e Vitória com 8 a 9 anos de funcionamento os terminais já se encontram no limite de sua capacidade operacional. Para sobrepor essa tendência, em Campinas a ampliação da rede de terminais foi feita construindo instalações menores, chamadas miniterminais, equalizando a disponibilidade de recursos e o custo de construção, evitando a complexidade operacional das grandes unidades.

A expansão da rede de terminais implica na disponibilidade de recursos e aquisição de terrenos em localizações favoráveis dentro do perímetro das cidades, uma vez que são empreendimentos de dimensões que impactam o desenho urbano.



Figura 3. Conformação física de um Terminal típico (FONTE: NTU, 2004)

As áreas internas dos terminais ou seus acessos externos são localizações utilizadas para a exploração de atividades comerciais e de serviços devido à circulação de grandes contingentes de pessoas (figura 3). Quando situados nas plataformas de embarque e desembarque, os estabelecimentos comerciais dificultam a circulação dos passageiros, proporcionam a formação de filas e aumentam os custos de limpeza e conservação. Nas proximidades dos terminais há tendência para concentração de ambulantes, embora as prefeituras procurem disciplinar o comércio informal que prejudica o acesso da população aos serviços de transporte.

2.2.7 Caracterização dos Terminais no Estado do Rio de Janeiro

No Estado do Rio de Janeiro, até 2004 o transporte coletivo de linhas regulares era promovido por 109 empresas que operavam 1.090 linhas e utilizavam uma frota de 6.167 veículos, dos quais 4.920 eram do tipo urbano, 143 urbano com ar condicionado, 982 rodoviário e 122 rodoviário com ar condicionado gerando uma movimentação mensal superior a 52 milhões de passageiros (http://www.transportes.rj.gov.br/onibus/onibus_intermunicipais.asp). A tabela 6 apresenta uma amostra de 11 anos, de 1993 a 2003, das viagens intermunicipais geradas nos 5 principais terminais rodoviários administrados por empresas privadas e o gráfico 1 demonstra a respectiva curva ao longo desses anos.

Tabela 6. Amostra de 11 anos de viagens realizadas nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e SOCICAM

Terminais	1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque	
	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária
Américo Fontenelle (1)	92 501 504	253 429	116 221 114	318 414	126 823 992	347 463	127 091 944	348 197	126 823 992	347 463	26 833 794	347 490
Mariano Procópio (1)	23 224 728	63 629	25 475 764	69 797	25 191 096	69 017	25 245 504	69 166	25 191 096	69 017	25 043 306	68 612
Menezes Cortes	26 430 523	72 412	30 354 861	83 164	35 285 691	96 673	28 663 732	78 531	28 562 181	78 253	30 660 598	84 002
Campo Grande	92 349 392	253 012	109 835 169	300 918	118 604 310	324 943	117 760 433	322 631	118 750 566	325 344	17 295 516	321 358
Rodoviária Novo Rio	15 438 039	42 296	15 823 543	43 352	19 051 457	52 196	18 844 766	51 629	17 671 674	48 416	16 281 841	44 608
Total	249 944 186	684 779	297 710 451	815 645	324 956 546	890 292	317 606 379	870 154	316 999 509	868 492	16 115 055	866 069

Terminais	1999		2000		2001		2002		2003	
	Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque		Movimento embarque	
	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária	Anual	Média diária
Américo Fontenelle (1)	128 429 256	351 861	128 443 282	351 899	124 713 668	341 681	104 473 564	286 229	101 850 722	279 043
Mariano Procópio (1)	23 417 616	64 158	23 417 616	64 158	22 548 132	61 776	20 846 997	57 115	20 821 428	57 045
Menezes Cortes	33 040 712	90 522	33 261 563	91 128	22 888 398	62 708	22 865 566	62 645	22 530 328	61 727
Campo Grande	109 293 670	299 435	109 661 213	300 442	99 379 076	272 271	84 737 636	232 158	84 734 703	232 150
Rodoviária Novo Rio	16 150 206	44 247	15 767 185	43 198	15 059 091	41 258	14 032 758	38 446	13 202 547	36 171
Total	310 331 460	850 223	310 550 859	850 824	284 588 365	779 694	246 956 521	676 593	243 139 728	666 136

Fonte: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro – CODERTE, Extraído de <http://www.Sectran.rj.gov.br> em 18/07/02, Terminais Rodoviários e Representações LTDA – SOCICAM

Nota: (1) Dados calculados pela CODERTE através de estimativas.

A trajetória de queda pode ser explicada de diversas maneiras, como ilustrado no gráfico 1. Entretanto, os números anuais e a média diária fornecem uma visão do volume das viagens realizadas pelo território do Estado do Rio de Janeiro.

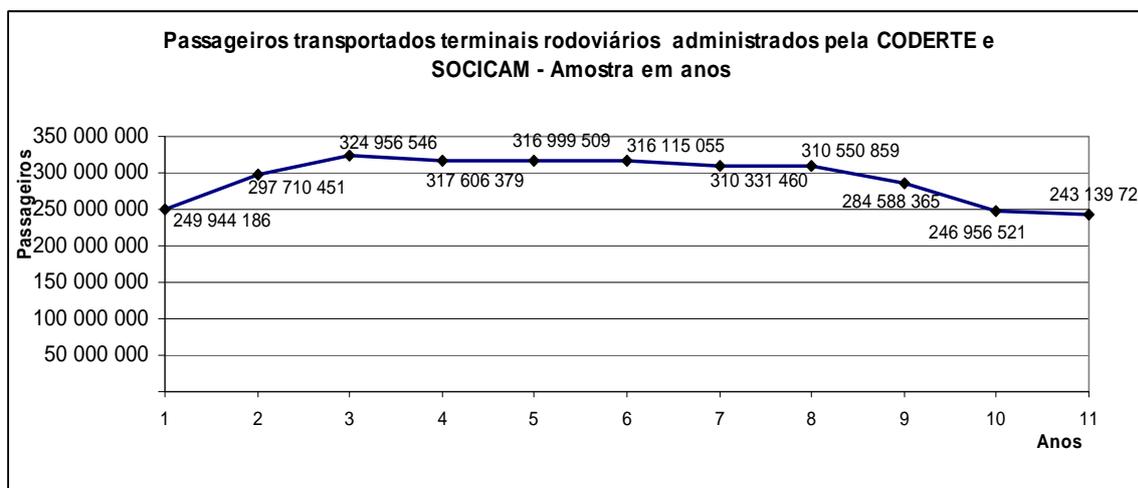


Gráfico 1 – Passageiros transportados – Total anual

As tabelas 7, 7a e 8 trazem com mais detalhes os dados referentes aos anos 1998/1999 e 2002/2003 onde se observam os tipos de viagens, de serviço e quantidade de operadoras nos principais terminais do Estado. As viagens redondas referem-se ao circuito de ida e volta. As disparidades entre os números para alguns terminais são devidas aos problemas de contagem e de controle administrativo.

Pouco se faz para medir com precisão os dados relativos à oferta e demanda, uma vez que isso requer um volume de investimentos não diretamente associados aos negócios.

Tabela 7. Movimentação de viagens e passageiros nos terminais rodoviários administrados pela CODERTE e iniciativa privada

Terminais	Dados gerais								Empresas
	1998		1999		Linhas				
	Viagens redondas	Passageiros transportados	Viagens redondas	Passageiros transportados	Municipais	Intermunicipais	Interestaduais	Internacionais	
Total	7 229 996	375 493 423	8 234 682	427 693 521	55	343	202	4	155
Américo Fontenele	2 286 180	126 833 794	2 327 760	128 429 256	-	94	-	-	15
Campo Grande	2 178 088	117 295 516	2 045 553	109 293 670	33	5	1	-	9
Conceição de Macabu (1)	24 516	1 440 441	-	-	-	-	-	-	-
Itatiaia (2)	-	-	12 998	467 210	-	7	-	-	4
Mariano Procópio	530 100	25 043 306	492 480	23 417 616	-	25	-	-	10
Mendes (3)	-	-	11 774	1 475 120	-	9	-	-	4
Menezes Cortes	765 371	30 660 598	825 396	33 040 712	19	28	-	-	21
Nilópolis	563 040	30 767 088	585 360	31 605 576	3	12	-	-	5
Nova Iguaçu	401 528	19 182 202	1 350 111	70 426 463	-	52	3	-	18
Novo Rio	293 025	16 280 052	303 897	16 150 206	-	46	170	4	39
Paty do Alferes (1)	23 146	1 117 238	-	-	-	-	-	-	-
Rio Claro (1)	15 870	644 853	-	-	-	-	-	-	-
Roberto Silveira	62 656	1 998 956	59 470	1 907 632	-	38	24	-	22
Vassouras	74 056	3 534 959	70 845	3 147 020	-	19	4	-	7
Venda das Pedras	12 420	694 420	149 040	8 333 040	-	8	-	-	1

Fontes: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro - CODERTE, Departamento de Informática; Terminais Rodoviários e Representações LTDA - BOCICAM - Novo Rio e Roberto Silveira.
(1) Administração transferida para a Prefeitura local em outubro de 1998. (2) Início da operação comercial em julho de 1999. (3) Início da operação comercial em março de 1999.

Tabela 7a. Dados das viagens geradas Estado do Rio de Janeiro - 2002 / 2003

Terminais	Dados gerais								Empresas
	2002		2003				Linhas	Internacionais	
	Viagem redonda	Passageiro transportado	Viagens redondas	Passageiro transportado	Municipais	Inter municipais				Inter estaduais
Américo Fontenele	2 466 270	104473564	2 404 530	101 850 722	-	96	-	-	14
Campo Grande	2 045 959	84 737 636	2 045 249	84 734 703	33	8	2	-	9
Itatiaia	30 083	774 082	28 780	774 719	-	4	1	-	4
Mariano Procópio	552 960	20 846 997	546 120	20 821 428	-	32	-	-	10
Mendes	19 380	1 515 178	15 779	1 507 238	-	11	-	-	3
Menezes Cortes	670 953	22 865 566	660 913	22 530 328	6	34	-	-	18
Nilópolis	611 580	25 586 506	579 960	24 448 292	4	12	-	-	5
Nova Iguaçu	1 393 058	57 025 895	1 350 456	55 269 549	-	55	3	-	18
Novo Rio	544 435	14 032 758	557 004	13 202 547	-	48	165	6	43
Roberto Silveira	108 708	1 392 973	109 628	1 251 160	-	32	28	-	21
Vassouras	77 536	2 126 180	71 881	1 992 603	-	19	5	-	8
Venda das Pedras	151 920	6 399 696	151 920	6 399 696	-	8	-	-	1
Total	8 672 842	341 777 031	8 522 220	334 782 985	43	359	204	6	154

Fontes: Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro - CODERTE, Departamento de Sistemas Gerenciais. SOCICAM.

Tabela 8. Dados do sistema intermunicipal de transporte por ônibus, por tipo de serviço - Estado do Rio de Janeiro – 2001 /2003

Indicadores	Ano	Dados gerais do sistema intermunicipal por ônibus				
		Tipo de serviço				
		Total	Urbano	Rodoviário	Rodoviário com ar	Urbano com ar
Passageiros transportados (mil)	2001	546 349	519 094	17 968	4 315	4 971
	2002	545 010	512 121	20 496	5 276	7 118
	2003	498 017	463 242	20 195	5 383	9 197
Km percorridos (mil)	2001	635 843	523 075	90 902	14 782	7 084
	2002	650 833	535 081	84 864	18 041	12 847
	2003	640 085	520 226	85 760	18 844	15 255
Viagens realizadas (mil) (1)	2001	2 110	1 974	84	27	25
	2002	1 772	1 623	90	48	11
	2003	2 249	1 950	109	26	164
Lugares ofertados (mil)	2001	928 250	864 615	42 410	10 198	11 027
	2002	963 345	894 100	41 997	11 002	16 246
	2003	940 929	869 661	41 151	11 185	18 932
Frota	2001	6 023	4 755	892	208	168
	2002	5 459	4 392	756	184	127
	2003	5 467	4 398	737	177	155

Fonte: Departamento de Transportes Rodoviários - DETRO, Divisão de Transporte de Passageiros. Nota: (1) 2001 e 2002 retificados pela fonte

A singularidade da distribuição das linhas intermunicipais, utilizadas por ônibus denominados rodoviários, traz sérias restrições aos deslocamentos pendulares de longa distância penalizando o intercâmbio entre as cidades. Em termos de volume de passageiros, a tabela 9 mostra a importância desse modo de transporte na composição da mobilidade de longa distância no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 9. Passageiros transportados por mês por ônibus em 2004

MÊS	ÔNIBUS INTERMUNICIPAL		
	Municípios da Região Metropolitana	Demais Municípios	TOTAL
Jan	32.324.397	5.376.954	37.701.351
Fev	31.339.319	5.116.123	36.455.442
Mar	36.416.316	5.119.400	41.535.716
Abr	33.222.551	5.067.229	38.289.780
Mai	34.263.428	4.914.160	39.177.588
Jun	33.638.038	4.705.143	38.343.181
Jul	33.350.286	5.313.539	38.663.825
Ago	34.675.412	4.751.139	39.426.551
Set	34.140.244	4.568.939	38.709.183
Out	34.451.563	4.841.628	39.293.191
Nov	34.351.208	4.704.125	39.055.333
Dez	38.800.581	5.470.603	44.271.184
TOTAL	410.973.343	59.948.982	470.922.325

Fonte: DETRO-RJ

O DETRO/RJ, Departamento de Transportes Rodoviários do Estado do Rio de Janeiro, vinculado à Secretaria Estadual de Transportes, é o órgão responsável pelo planejamento, concessão, permissão, autorização, fiscalização e regulamentação do sistema intermunicipal de transporte rodoviário de passageiros. Os Terminais ficam sob a responsabilidade da CODERTE - Companhia de Desenvolvimento Rodoviário e Terminais do Estado do Rio de Janeiro ou da iniciativa privada. A listagem desses terminais encontra-se no ANEXO 3.

Com a extinção da ASEP/RJ - Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos do Estado do Rio de Janeiro em 2005 foi criada a AGETRANSP - Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários e Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de uma agência estadual com autonomia administrativa, técnica e financeira que tem por finalidade exercer o poder

regulatório do setor, acompanhando, controlando e fiscalizando as concessões e permissões de serviços públicos concedidos de transporte aquaviário, ferroviário e metroviário e de rodovias no Estado do Rio de Janeiro.

A implantação de sistemas de terminais implica em investimentos na construção de acomodações do equipamento viário, renovação da frota e organização dos sistemas de controle, além da necessidade de recursos para vias exclusivas nos principais corredores de transporte. O montante dos investimentos depende do tamanho da cidade e do nível de serviço pretendido. Em projetos com prazo de implantação de 2 a 4 anos fica entre R\$10 e R\$20 milhões nas cidades entre 100 e 500 mil habitantes, o que dificulta para as Prefeituras realizarem o empreendimento com recursos próprios (NTU/ANTP, 1999).

O sistema intermunicipal de transporte por ônibus é responsável por mais de 80% da movimentação de passageiros na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A Rodoviária Novo Rio é responsável por grande parte desse deslocamento, como se pode constatar na tabela 10, que apresenta os dados de viagens em termos de volume anual e média mensal de partidas e chegadas de passageiros de 1994 e 2004 com os respectivos gráficos 2 e 3 mostrando a evolução no período. A tabela 11 fornece os dados a respeito da movimentação mensal com mais detalhes, passageiros-dia e por ônibus, assim como o quantitativo da circulação de ônibus, dados esses úteis nas simulações realizadas como SIMTERP.

Tabela 10 - Movimento anual, média diária de ônibus e passageiros e média de passageiros por ônibus na Rodoviária Novo Rio - 1994 - 2004

Ano	Ônibus						Passageiros						Média por Passag. Ônibus	
	Total		Partida		Chegada		Total		Embarque		Desembarque			
	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Movimento anual	Média diária	Embarcados	Desembarcados
1994	535 479	1 467	271 873	745	263 606	722	15 823 543	43 352	8 295 577	22 728	7 527 966	20 625	31	29
1995	587 937	1 611	298 606	818	289 331	793	19 051 457	52 196	9 872 498	27 048	9 178 959	25 148	33	32
1996	599 443	1 642	303 195	831	296 248	812	18 844 766	51 629	9 800 095	26 850	9 044 671	24 780	32	31
1997	588 430	1 612	296 591	813	291 839	800	17 671 674	48 416	9 162 479	25 103	8 509 195	23 313	31	29
1998	586 848	1 608	295 634	810	291 214	798	16 281 841	44 608	8 401 823	23 019	7 880 018	21 589	28	27
1999	607 992	1 661	304 944	833	303 048	828	16 152 311	44 133	8 234 435	22 496	7 917 876	21 637	27	26
2000	611 128	1 669	307 317	839	303 811	829	15 766 466	43 035	8 042 444	21 954	7 724 022	21 081	26	25
2001	600 842	1 642	303 368	829	297 474	812	15 059 091	41 442	7 590 980	20 748	7 468 111	20 394	25	25
2002	572 069	1 563	289 316	790	282 753	773	14 032 758	38 337	7 079 107	19 004	6 953 651	19 004	24	25
2003	557 004	1 521	281 745	770	275 259	752	13 202 547	36 055	6 774 553	18 505	6 427 992	17 549	24	23
2004	540 835	1 478	274 418	750	266 417	728	12 703 433	34 714	6 729 879	18 389	5 973 554	16 325	25	22

Fonte: Secretaria de Estado de Transportes / DEPARTAMENTO AEROMARÍTIMO E HIDROVIÁRIO - DAH /RJ; Terminais Rodoviários e Representações Ltda. - SOCICAM, Rodoviária Novo Rio. Nota: * -Quantitativos até setembro de 2002

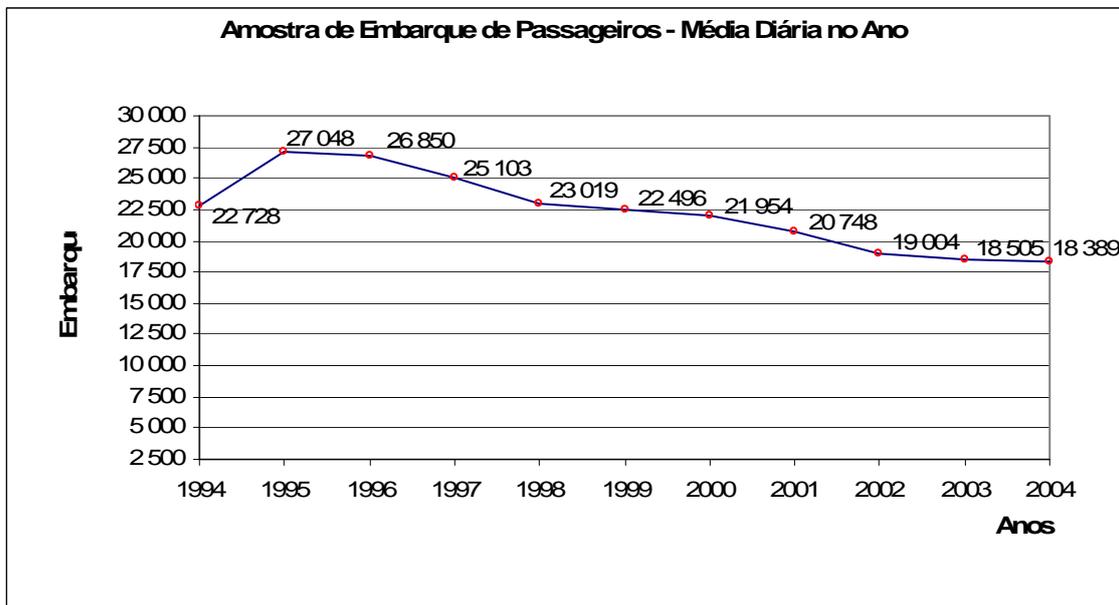


Gráfico 2 – Gráfico de embarques de passageiros – Média anual

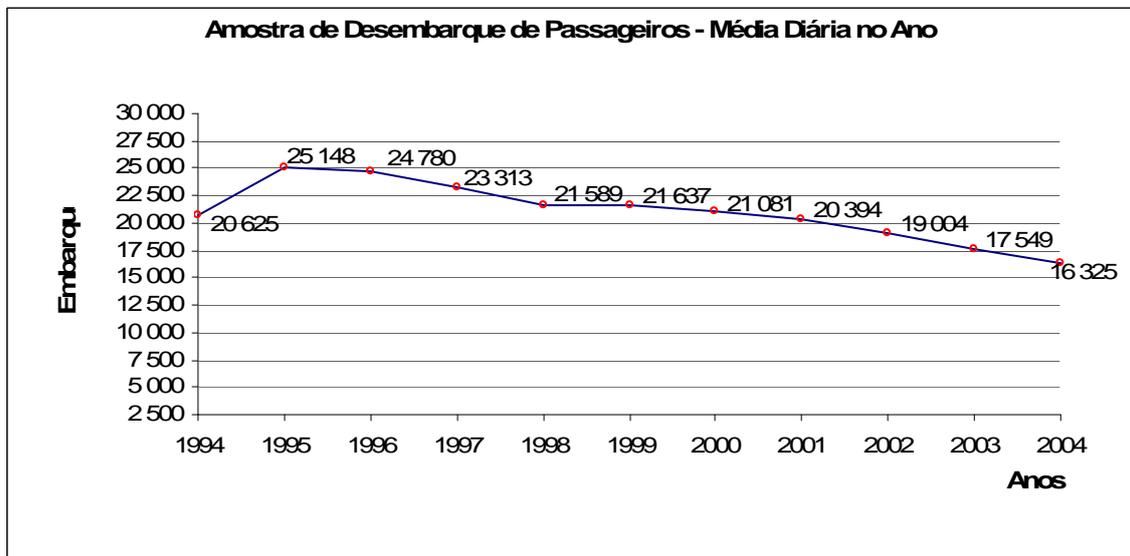


Gráfico 3 – Gráfico de desembarques de passageiros – Média anual

Tabela 11. Movimentação mensal de passageiros e ônibus no terminal rodoviário Novo Rio (principal terminal no município do Rio de Janeiro) - 2003

Indicador	Total	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembr	Dezembro
Total de Passageiros	13202547	1466 714	1 110 294	1 199 110	1066 053	968784	993 908	1135102	1030431	960126	1016 531	981814	1273680
Embarcados	6774555	747422	601 522	559 304	549331	497381	505 756	590752	521782	481416	520344	508091	691454
Desembarcados	6427992	719292	508 772	639 806	516722	471403	488 152	544350	508649	478710	496187	473723	582226
Passageiros por dia (média)	17611	47313	39 653	38 681	35535	31251	33 130	17560	16408	15957	16006	15791	18781
Passageiros desembarcados dia (média)	36171	24110	21 483	18 042	18311	16045	16 859	36616	33240	32004	32791	32727	41086
Passageiros embarcados dia (média)	18560	23203	18 170	20 639	17224	15207	16 272	19057	16832	16047	16785	16936	22305
Passageiros embarcados por ônibus (média)	23	27	26	23	24	22	23	23	23	22	22	22	23
Passageiros desembarcados por ônibus (média)	24	27	23	25	23	22	23	25	23	22	23	23	26
Total de Ônibus	557004	54821	45 467	49 366	45628	43958	43 555	46908	45471	43270	44631	42916	51013
Partidas (ônibus)	281745	27711	23 569	24 149	23246	22353	21 997	23637	22926	21739	22549	21732	26137
Chegadas (ônibus)	275259	27110	21 898	25 217	22382	21605	21 558	23271	22545	21531	22082	21184	24876
Ônibus por dia (média)	754	1768	1 624	1 592	1521	1418	1 452	751	727	718	712	706	802
Partidas por dia (média)	1526	894	842	779	775	721	733	1513	1467	1442	1440	1431	1646
Chegadas por dia (média)	772	875	782	813	746	697	719	762	740	725	727	724	843

Fonte: SOCICAM - Rio de Janeiro

No ANEXO 9 são apresentados os dados comparativos com outros modos de transportes em uma amostra de 7 anos.

Alguns sistemas municipais e estaduais já foram financiados com recursos do BNDES. Até a presente dissertação a realidade que tem se mostrado é outra. Os financiamentos para renovação de frotas são concedidos mais facilmente às empresas operadoras privadas do que para os empreendimentos para construção de terminais, em sua totalidade responsabilidade do poder público.

2.3 Considerações finais

Os terminais, além da função de abrigar os passageiros nos transbordos, são equipamentos onde se faz, de um lado, a concentração de demanda e, de outro, a sua distribuição pelas rotas e destinos principais. Do ponto de vista operacional, são

planejados para proporcionar o máximo de fluidez na circulação de veículos e pessoas, evitando a formação de filas.

Os terminais são as instalações principais da rede de transportes públicos, sobretudo em sistemas que adotaram integração modal e tarifária. É o equipamento de maior custo de implantação e onde há grande afluência de passageiros e veículos. Do seu desempenho podem-se fazer medições sobre as condições operacionais de todo o sistema, uma vez que é nele onde se reflete com maior intensidade os problemas de operação das linhas e dos corredores.

Os terminais possibilitam aos passageiros realizarem viagens por linhas diretas entre pólos geradores de forma que possam escolher livremente entre várias combinações de linhas para atingir o mesmo destino. A integração se faz em terminais, entre linhas alimentadoras e troncais, em um único terminal geralmente localizado na área central da cidade, onde os passageiros podem fazer transferências entre linhas radiais convencionais.

Os terminais que se situam nas áreas principais da cidade são construções de dimensões maiores e possuem cobertura em toda sua extensão. Esses terminais recebem os veículos da totalidade das linhas-tronco e a maioria dos passageiros que circulam pelo sistema público de transporte. Dependendo da posição geográfica do terminal na cidade e do desenho da rede de transporte público, os acréscimos de oferta em várias partes do sistema resultam em maior movimento no terminal superando a sua capacidade de atender a demanda. O trânsito gerado dificulta a circulação nos centros urbanos e cria problemas para a circulação de ônibus e veículos em geral.

3.0 Avaliação de Desempenho

3.1 Considerações Iniciais

Vários conceitos sobre desempenho são encontrados na literatura técnica relacionada. Em linhas gerais, as definições são referentes a um produto ou aos processos realizados para a sua obtenção. Em todo caso, diferentes abordagens surgem em função dessas duas categorias.

Uma pesquisa feita entre 1994 e 1996 por NEELY (1999), sobre os artigos relacionados ao tema medição de desempenho, revelou que foram publicados cerca de 3.615 textos, referentes a estudos e aplicações realizados por acadêmicos especializados em áreas como estratégias de negócios, produção, finanças, marketing e comportamento organizacional, e empresas que visam a melhorar o seu processo de medição. Entretanto, a conclusão de Neely foi que os estudos sobre medição de desempenho indicam problemas semelhantes quanto aos sistemas de indicadores de desempenho. Pelo fato de existir uma variedade de abordagens a sistematização de indicadores é deficiente desde a sua concepção, na adoção dos critérios, na implementação e posterior uso.

Devido à necessidade das empresas obterem maior efetividade e controle de suas atividades, novas medidas de desempenho são criadas. Os problemas surgem quando cada setor procura fazer suas próprias medições desarticuladamente. Segundo ATKINSON (1998), utilizar somente indicadores de um setor, por exemplo, financeiro, não garante que as informações permitirão administrar as organizações eficientemente. Essas medidas geralmente retratam resultados de processos, nem sempre representando a melhor informação sobre o que realmente acontece. As medidas perdem flexibilidade, e com isso a sua utilidade.

3.2 Os objetivos da Avaliação de Desempenho

Medir desempenho significa quantificar a eficiência e a eficácia de um processo, seja na utilização de máquinas ou das ações tomadas pelas pessoas nas empresas. É um

processo pelo qual se decide o que medir. Assim procedendo é possível identificar as capacidades da organização e os níveis de desempenho esperados, tanto dos processos quanto do sistema organizacional (NEELY et al.,1997). O processo de avaliação de desempenho consiste na utilização de um conjunto de indicadores, que caracterizam o processo sob análise, com o objetivo de avaliar o estado atual e as direções futuras do seu desempenho. A medição de desempenho tem como preocupação principal a definição precisa do que se quer medir, como e para que. A própria medição é um processo que permite identificar necessidades sobre onde concentrar a atenção e colocar os recursos para que algo possa ser melhorado (SINK e TUTTLE, 1993). As ações precisam de um acompanhamento para saber se está de acordo com as metas estabelecidas e quais as medidas a serem tomadas para eventuais correções. Sink e Tuttle afirmam que, em termos práticos, os sistemas de medição de desempenho proporcionam:

- a) maior controle das atividades operacionais da empresa;
- b) planejar cenários estratégicos;
- c) fazer um *benchmark* da missão da empresa;
- d) melhorar as condições de trabalho dos funcionários;
- e) monitorar e controlar o planejamento.

A gestão do desempenho possui funções executivas tais como planejar, controlar e melhorar. Os sistemas de medição de desempenho são parte integrante da implementação da estratégia empresarial e da avaliação de desempenho, tanto na área de recursos humanos, ou gestão de pessoas, como na competitividade entre as empresas em relação ao seu mercado de atuação. O controle é a aplicação mais comum e melhor compreendida em um sistema de medição de desempenho. Assim, ao controlar as atividades inerentes à medição de desempenho obtém-se como resultado a previsão, ou estimativa, da solução de problemas.

A medição objetiva do controle da variação do desempenho em relação aos padrões de comportamento pré-estabelecidos, identificando os vieses, permite corrigi-los no momento adequado e previsível, proporcionando vantagem competitiva aos gestores.

Assim, segundo SINK e TUTTLE (1993) o processo de medição e o seu papel na organização é mais bem compreendido e utilizado quando for orientado para a melhoria.

Portanto, os indicadores devem ter um papel relevante na motivação das pessoas envolvidas no processo. É importante que, na fase de implementação de melhorias dos processos ou produtos, esses indicadores sejam monitorados e sua evolução divulgada periodicamente.

O gerenciamento da medição de desempenho funciona como um sistema de apoio ao planejamento, assim como também à solução de problemas, à tomada de decisões, à melhoria contínua, ao controle operacional e à motivação das pessoas.

KAPLAN e NORTON (1997) ressaltam que num sistema de medição de *performance* devem-se equilibrar medidas financeiras e não-financeiras, uma vez que somente medidas financeiras são inadequadas para monitorar e avaliar o caminho que as empresas modernas necessitam para impulsionar o desempenho futuro, investindo em clientes, fornecedores, funcionários, processos, tecnologia e inovação.

Para se medir o desempenho de um processo, é necessário se estabelecer métricas que possam orientar o gestor a avaliar o que se pretende de fato medir. E, no processo de estabelecer métricas de desempenho, o que se torna mais complexo é a escolha da medida que melhor possa traduzir como está indo o desempenho de uma empresa ou empreendimento. As medidas de desempenho são, portanto, as peças principais de um sistema de avaliação de desempenho (KAPLAN e NORTON, 1997). Essas medidas podem se apresentar na literatura com outras denominações como, por exemplo: indicadores de desempenho e indicador ou medida de *performance*.

Para CHIAVENATO e CERQUEIRA NETO (2003) o sistema de medição de desempenho é um modelo da realidade que pode ser apresentado, dentre outras formas, como relatórios, periódicos, gráficos ou sistema de informações *online*. No entanto esse sistema deve permitir que o desempenho seja analisado, em sua profundidade, e que as correções possam ser feitas quando necessárias. Segundo esses autores, o cerne de qualquer medição de desempenho é o ser humano como um componente crítico. O sistema envolve, portanto, a pessoa que:

- primeiramente estabelece os objetivos;
- projeta a medição do desempenho;
- ajuda a implementar os sistemas de medição de desempenho;

- deve efetivar a medição;
- age para melhorar as medições;
- tem a responsabilidade de interpretar o significado das medições efetuadas.

Para NEELY et al. (1999), a medição de desempenho é necessária pelas seguintes razões:

- a) as mudanças na natureza do trabalho;
- b) aumento da competitividade;
- c) iniciativas de melhorias para atender ao aumento da competitividade;
- d) premiações nacionais e internacionais de qualidade (Prêmio Deming, por exemplo);
- e) mudanças nos papéis dos agentes que atuam na organização, os quais estão passando a ter um papel mais ativo na análise dos dados que afetam o futuro dos negócios;
- f) mudanças na demanda externa e,
- g) o poder da tecnologia da informação.

A medição também pode auxiliar a implementação das estratégias. O desenvolvimento de sistemas de medição ligados às metas, aos objetivos e às estratégias direciona os gestores por ocasião da implantação dessas estratégias. Os resultados vão refletir, não somente nas relações de causa e efeito e de custo-benefício, mas também nas implicações dessas estratégias ao longo do tempo (SINK e TUTTLE, 1993).

KAPLAN e NORTON (1997) recomendam o comprometimento de todos os segmentos da organização, uma vez que a participação das pessoas envolvidas no processo possibilita a discussão e reflexão sobre os efeitos e a contribuição das operações diárias para atingir os objetivos estratégicos da organização.

SINK e TUTTLE (1993) classificam as medições, segundo a finalidade da informação que fornecem, em:

- a) **visibilidade** – procura identificar os pontos fortes e fracos. Sua principal finalidade é chamar a atenção da gerência para as necessidades de melhoria, mostrando a *performance* atual;
- b) **controle** – busca controlar a variação do desempenho em relação a padrões de comportamento pré-estabelecidos. Se necessário pode-se fazer correções;

- c) **melhoria** – tem por finalidade mostrar o desempenho em relação às metas estabelecidas. Procura identificar oportunidades de melhoria ou checar o impacto dos planos de ação sobre o desempenho do processo ou da organização;
- d) **motivação** – incentiva as pessoas para melhoria contínua, informando a essas pessoas o retorno não só quanto ao seu próprio desempenho, mas também quanto ao processo pelo qual são responsáveis.

Ainda de acordo com NEELY et al. (1996), desempenho refere-se à eficiência e à eficácia da ação, sendo que a eficiência está relacionada ao atendimento das necessidades do cliente.

SINK e TUTTLE (1993) discutem a respeito do conceito de desempenho organizacional procurando conhecer suas características. Os autores o definem como um complexo inter-relacionamento de sete critérios genéricos que norteiam sua utilização:

- a) eficácia;
- b) eficiência;
- c) qualidade;
- d) produtividade;
- e) qualidade da vida de trabalho;
- f) inovação; e,
- g) lucratividade.

Em ATKINSON *et al.* (2000, p.87), a eficiência é uma característica do processo que se refere à habilidade de usar um mínimo de recursos possível para fazer alguma coisa e eficácia é a característica que se refere à habilidade de um processo em alcançar seus objetivos.

Para definir o conceito de desempenho, LEBAS (1995, p.27) desenvolveu um modelo que ilustra as relações causais de desempenho. Esse modelo está representado pela figura 4 e é assim estruturado:

- 1) as vendas são resultado de vários elementos de desempenho, tais como satisfação do cliente, qualidade, entrega, inovação, flexibilidade e custos.
- 2) Os custos são o resultado dos processos que, por sua vez, tiram seu “alimento” do solo, representado por elementos como treinamento e multiqualificação de pessoal,

conhecimento de mercados, relações sociais, fluxo de informação, relacionamento com fornecedores, manutenção, investimento, entre outros.

Assim, o desempenho pode ser definido em cada um ou em todos os quatro níveis que aparecem no processo de criar renda: renda líquida, os frutos e as folhagens (elementos de desempenho), os processos no tronco ou na riqueza do solo.

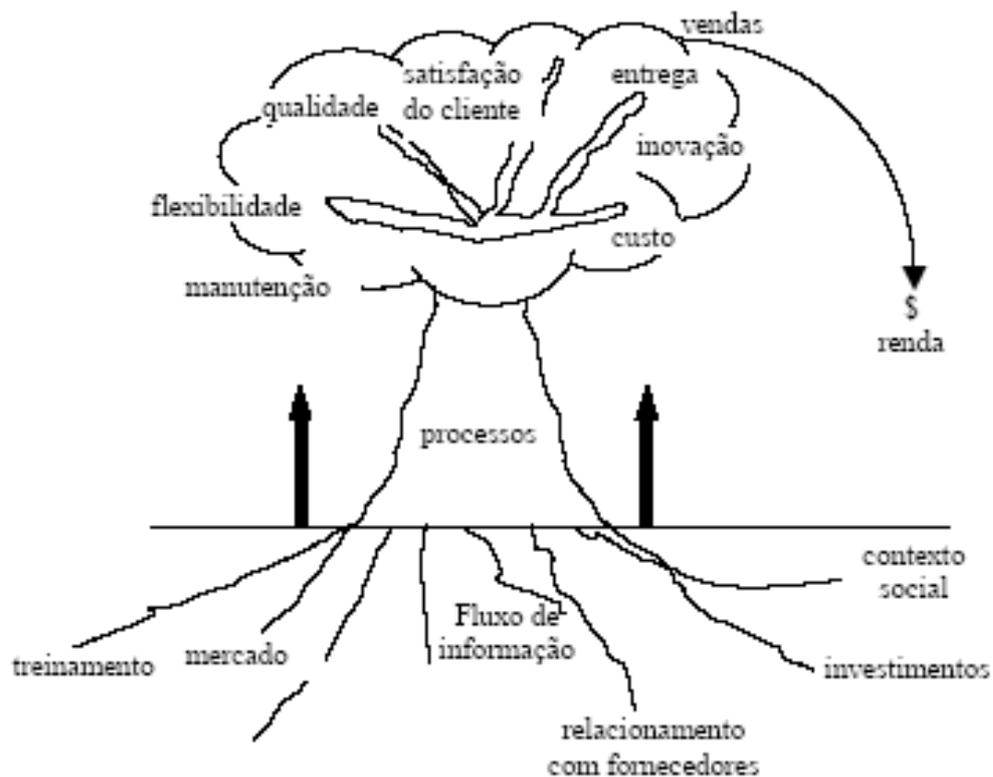


Figura 4. Modelo Causal de Desempenho (LEBAS, 1995)

LEBAS (1995) também afirma que desempenho diz respeito a arranjar e gerenciar bem os componentes do modelo causal que levam ao atendimento coordenado dos objetivos estabelecidos dentro de restrições existentes para a empresa e para a situação. Ou seja, para o referido autor, o desempenho está relacionado ao atendimento de objetivos, restringidos para cada empresa e para cada situação.

Segundo encontramos em MENDOZA (1999), Indicadores de Desempenho consistem em expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e dos produtos resultantes. Dessa forma, os indicadores constituem-se em instrumentos de

apoio à tomada de decisão com relação a uma determinada estrutura, processo ou produto.

Os Indicadores podem ser classificados como indicador de capacitação e indicador de desempenho, que podem ser definidos como:

a) indicador de capacitação: é uma medida que expressa informações sobre uma determinada estrutura de produção. Esses indicadores caracterizam condições como o nível de qualificação da mão-de-obra empregada por uma empresa ou por uma unidade produtiva, o grau de atualização dos equipamentos utilizados, a capacidade instalada e seu grau de ocupação;

b) indicador de desempenho: representa um resultado atingido em determinado processo ou características dos produtos finais resultantes. Refere-se ao comportamento do processo ou produto em relação a determinadas variáveis. Esses indicadores caracterizam condições como o custo de determinado processo, lucro, retrabalho, conformidade de produtos. Os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores da qualidade e indicadores de produtividade.

Os indicadores da qualidade medem o desempenho de um produto ou serviço, relativo às necessidades dos clientes – internos ou externos. Está relacionado à medição da eficácia da empresa em atender as necessidades dos clientes.

Indicadores de produtividade medem o desempenho dos processos, através de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos e representa a eficiência do processo na obtenção dos resultados esperados.

As medidas de desempenho são os sinais vitais da organização. Elas informam às pessoas o que estão fazendo, como elas estão se saindo e se elas estão agindo como parte do todo. “É a quantificação de quão bem as atividades dentro de um processo ou seu output atingem uma meta especificada. As medidas do output relatam resultados de um processo e são utilizadas para controlar recursos “ (HRONEC, 1994, pp. 5 e 14).

As medidas devem ser consideradas parte integrante do ciclo de planejamento e controle, fornecendo meios de capturar dados de desempenho que podem ser usados

como informação na tomada de decisão (NEELY et al., 1997, p.1132; SINK; TUTTLE, 1993, p.163).

Por serem essenciais para se conseguir avaliar o desempenho de um processo, produto ou estrutura, os indicadores ou medidas de desempenho precisam ser cuidadosamente selecionados para representarem o mais precisamente possível a ação a ser avaliada. Assim, para NEELY et al. (1996, p.424), as medidas de desempenho são usadas para quantificar a eficiência ou a eficácia da ação.

Segundo HRONEC (1994, p.25), um sistema de medição de desempenho deve equilibrar várias medidas de custo, qualidade e tempo, em vários níveis da organização, processos e pessoas. Já BITITCI (1997) e seus colegas definem um sistema de medição de desempenho como sendo um sistema de informações capaz de arranjar os objetivos estratégicos e táticos da unidade de negócio. Assim sendo, esse sistema de medição deve estar estruturado de forma a permitir que informações relevantes retro-alimentem os processos para facilitar a tomada de decisão e o processo de controle.

O trabalho desenvolvido por MURALHA (1990) é um exemplo de avaliação de desempenho aplicado ao transporte de passageiros por ônibus onde o autor constrói um modelo com base nas variações da demanda e critérios de sazonalidade. Outro exemplo é o trabalho de D'AGOSTO (1999), que utiliza técnicas de simulação para analisar o desempenho operacional dos STUVS – Sistemas de Transportes Urbanos em Vias Segregadas ou vias exclusivas.

3.3 As Técnicas de Avaliação de Desempenho

As técnicas de avaliação de desempenho podem ser divididas em elementares e indiretas. As elementares são aplicadas diretamente sobre o objeto da análise sendo, portanto, necessário que este objeto exista para que seja submetido a testes. As técnicas indiretas permitem a avaliação antes da existência do objeto da análise, constituindo-se em uma importante ferramenta de simulação para projetos (MÜLLER, 2003).

As técnicas elementares são subdivididas em monitoramento e *benchmark*. O monitoramento é a captura de dados do sistema sob estudo durante o seu processo de execução. Esses dados capturados são posteriormente analisados. O *benchmark* consiste na aplicação de uma carga específica de trabalho sobre o sistema em análise. Essa técnica permite quantificar a capacidade do sistema em executar determinado tipo de operação ou tarefa.

As técnicas indiretas são subdivididas em analíticas e simulação. A analítica consiste no desenvolvimento de equações que demonstram o comportamento de um sistema. Essa técnica é aplicada a sistemas de baixa complexidade. Na simulação é construído um modelo formal que permite avaliar os pontos essenciais do sistema. Esse modelo é submetido a experimentos que, quando corretamente analisados, resultam no comportamento do sistema. Segundo ATKINSON (1998) um modelo formal não precisa representar todo o sistema. Contudo deve representar as principais características a serem avaliadas.

3.4 Técnicas mais utilizadas na avaliação de desempenho

3.4.1 DELPHI

O Método DELPHI foi desenvolvido pela Rand Corporation no início da Guerra Fria com o objetivo de fazer previsões sobre os impactos da tecnologia na guerra. Em meados de 1944, um relatório para a força aérea sobre as capacidades tecnológicas futuras que poderiam ser utilizadas para fins militares culminou, dois anos depois, no início do Projeto RAND (junção das palavras *Research and Development*) pela companhia de aviação Douglas Aircraft. Assim, durante as décadas de 1950-1960, Olaf Helmer, Norman Dalkey e Nicholas Rescher desenvolveram o DELPHI como resultado das pesquisas na RAND sobre as deficiências encontradas nos métodos tradicionais de previsão que usavam modelos quantitativos e de tendência em situações cuja a precisão das leis científicas não podia ser aplicada (DALKEY, 1969).

O DELPHI, ou *jogo de Delphos* em homenagem ao oráculo de Delphos da Grécia, baseia-se na convergência de opiniões sobre uma mesma questão. Esta convergência obtém-se através de entrevistas a especialistas utilizando questionários, distribuídos em

mais de uma oportunidade, os quais seriam tabulados com a opção de serem revistas as opiniões anteriores. Na prática bastam três aplicações de questionários para se obter a convergência. Esta técnica pressupõe que os especialistas sejam pessoas com alto grau de conhecimento sobre as questões formuladas. O número de especialistas envolvidos é irrelevante, uma vez que o exercício não é quantitativo, mas qualitativo. No decorrer do processo podem ocorrer dificuldades em obter respostas ou haver desistências, é recomendado então um número em torno de cem respondentes.

Em linhas gerais, o método DELPHI consulta um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros através de um questionário, que é repassado continuadas vezes até que seja obtida uma convergência das respostas, um consenso, que representa a consolidação do julgamento intuitivo do grupo a respeito do assunto. O julgamento coletivo passa a substituir a opinião de um só indivíduo. As principais características deste método são:

- a) Consulta individual na qual o anonimato dos respondentes é preservado impossibilitando a influência de um especialista sobre o outro;
- b) A representação estatística da distribuição dos resultados; e,
- c) O retorno, o *feedback*, das respostas do grupo para reavaliação dos questionários distribuídos é armazenável para posterior análises.

Na sua formulação original, o DELPHI é uma técnica para a busca de um consenso de opiniões de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros (DALKEY, 1969). Portanto, tem por objeto a construção de cenários com relação ao comportamento de uma ou mais variáveis tomadas em consideração. Em GOUVEA (1980) encontra-se a utilização da técnica para auxiliar nos processos de avaliação dos parâmetros utilizados na implantação de terminais rodoviários.

A evolução em direção a um consenso obtida no processo representa uma consolidação do julgamento intuitivo de um grupo de peritos sobre eventos futuros e tendências. A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo.

3.4.2 TFP - Total Function Productivity Analysis

Hoje em dia cada vez mais, analistas econômicos e Governo exibem um crescente interesse na mensuração da produtividade. Alguns analistas estão interessados principalmente na medição dos níveis de performances das empresas, planta industrial ou o setor de serviços, enquanto outros estão preocupados no crescimento da produtividade de certos setores particulares da indústria, ou da economia como um todo.

Uma grande preocupação entre os economistas e estatísticos nos últimos anos é a relação entre as medidas dos níveis de produtividade das empresas e dos níveis agregados de produtividade da economia. Dentre os aspectos considerados, os mais importantes são: a extensão para o qual essas unidades de medida dos níveis de produtividade crescem e se estas podem ser agregadas; a validade das suposições nas análises desses dados agregados; a pesquisa por uma possível abordagem de agregação com propriedade teórica e, a escolha dos pesos relativos assumidos para as variáveis que entram nessas análises.

Por décadas, a maioria dos estudos publicados investigou a agregação das medidas de eficiência. As medidas mais comuns dessa natureza são as medidas de eficiência técnica, ineficiência alocativa e também a eficiência de toda a economia.

As técnicas de *Total Function Productivity Analysis* são para auxiliarem no entendimento dos fenômenos econômicos em ambientes macros de competição imperfeita envolvendo economias de escala (OUM, YU, FU, 2003). As interações entre as diversas empresas de aviação no mundo versus os preços locais praticados são um exemplo de onde utilizar essa ferramenta (OUM, ZHANG, 2004) (ATRS, 2004).

3.4.3 DEA

A DEA (Data Envelopment Analysis) é uma ferramenta nova da Ciência da Administração para a mensuração da eficiência técnica como definida por FARREL (1957). Em seu trabalho, Ferrell define que toda organização eficiente é aquela que consegue produzir mais resultados (maior *output*) a partir de certo *mix* (composição) de insumos (*inputs*). Por outro lado, a sua abordagem sobre ineficiência técnica está

associada ao caso da produção não alcançar a fronteira de eficiência, isto é, que esta não consiga atingir o máximo de *outputs* dado um mix de *inputs* (CHARNES e COOPER, 1990;1994). Em resumo, a eficiência técnica está relacionada ao aspecto físico-operacional da produção, enquanto que a eficiência econômica se preocupa com o aspecto monetário da produção.

Desde a apresentação da técnica DEA diferentes modelos de aplicação foram desenvolvidos por vários pesquisadores. A esse respeito TAVARES (2002) realizou um trabalho de levantamento sobre a evolução da DEA ao longo do tempo criando uma base de dados bibliográfica que se constitui em importante subsídio para pesquisa. Os dois modelos básicos mais utilizados, o CCR e o BCC, têm seus nomes associados aos de seus idealizadores: CCR de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e BCC de Banker, charnes e Cooper (1984) (EMROUZNEJAD, 2001).

A Análise de Fronteira, ou Análise Envoltória de Dados (DEA), foi primeiramente apresentada por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. É uma técnica de Pesquisa Operacional de medição do desempenho utilizada para avaliar a eficiência relativa entre duas ou mais unidades produtivas, chamadas de UTD - unidades de tomada de decisão ou *Decision Making Units* (DMU). Trata a medida de eficiência técnica de Farrell, oriunda da relação entrada-unitária(*input*)/saída-unitária (*output*), ou múltiplas entradas/saídas, construindo uma escala de eficiência relativa como sendo a razão entre saída-unitária virtual (*output*) e entrada-unitária virtual (*input*) (FARRELL, 1957).

Uma Unidade de Tomada de Decisão ou *Decision Making Units* (DMU) pode ser vista como sendo uma unidade de produção, ou um produtor. Em termos econômicos, um produtor é toda entidade que utiliza insumos para, através de algum mecanismo ou processo, transformar esse insumo em um produto utilizável pelo ser humano. Assim, analogamente pode-se associar uma DMU a diferentes elementos encontrados no mundo real, qualquer entidade onde são empregados recursos materiais e humanos para obtenção de um objetivo pré-estabelecido independentemente se objetiva ou não o lucro. Por exemplo, desprezando as particularidades matemáticas das modelagens de cada caso, uma DMU pode ser um ponto de ônibus, um terminal rodoviário, uma estrada, um posto de cobrança de um pedágio, uma filial bancária, um hospital ou uma escola (AZAMBUJA, 2002).

Existem várias abordagens de utilização da DEA e a seleção de cada uma depende da natureza da tecnologia de produção empregada. A esse respeito pode-se encontrar em AZAMBUJA (2002) maior detalhamento. Em geral, essas abordagens são diferentes entre si quanto a:

- a) Orientação, ou seja, se seu foco gerencial está dirigido para os insumos empregados ou resultados produzidos (orientado-a-insumos, orientado-a-produtos);
- b) Configuração ou estrutura do modelo (Forte, Fraca);
- c) Diversificação e o Retorno de Escala (CRS, VRS, NIRS, NDRS, e outras);
- d) Tipos de medida (medida Radial, medida Não-radial, medida Hiperbólica, e outros).

O nome Análise Envoltória de Dados é devido ao fato de, quando os dados do problema em estudo forem apresentados em um gráfico X-Y, ligando-se os pontos extremos desse gráfico uma linha demarcatória aparece e, os dados restantes ficam internos a essa linha. Essa linha que surge pela união dos pontos do gráfico chama-se Fronteira. Em geral essa linha possui a característica singular de apresentar convexidade, isto é, envolve juntamente com os eixos X e Y os dados restantes do problema que não conseguiram atingir os limites demarcados por essa linha, como visto no gráfico da figura 5. Este gráfico de passageiros/horário *versus* ônibus/horário é composto pelo conjunto de pontos $P = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I\}$ e possui uma Fronteira F representada pela linha que une os pontos extremos A, B, C e D. Essa linha de fronteira é construída a partir da solução de uma seqüência de problemas de programação linear, uma para cada entidade da amostra.

Os pontos internos E, F, G, H e I mantêm uma distância d da fronteira correspondendo a uma medida relativa de diferença de eficiência. A distância d significa o quanto falta para atingir a eficiência máxima. Por outro lado, o grau de ineficiência técnica da cada ponto, a distância entre o ponto de dado observado e a fronteira, é produzido como uma abstração do método de construção da fronteira. Por exemplo, na figura 5 o ponto F' seria onde a DMU F atingiria a máxima eficiência, sendo chamado, portanto, de ponto virtual. As relações OF/OF' e FF'/OF' representam as eficiências relativas, respectivamente a medida de quanto está produtivo e de quanto se precisa para atingir a eficiência de 100%, ou seja, $OF = OF'$.

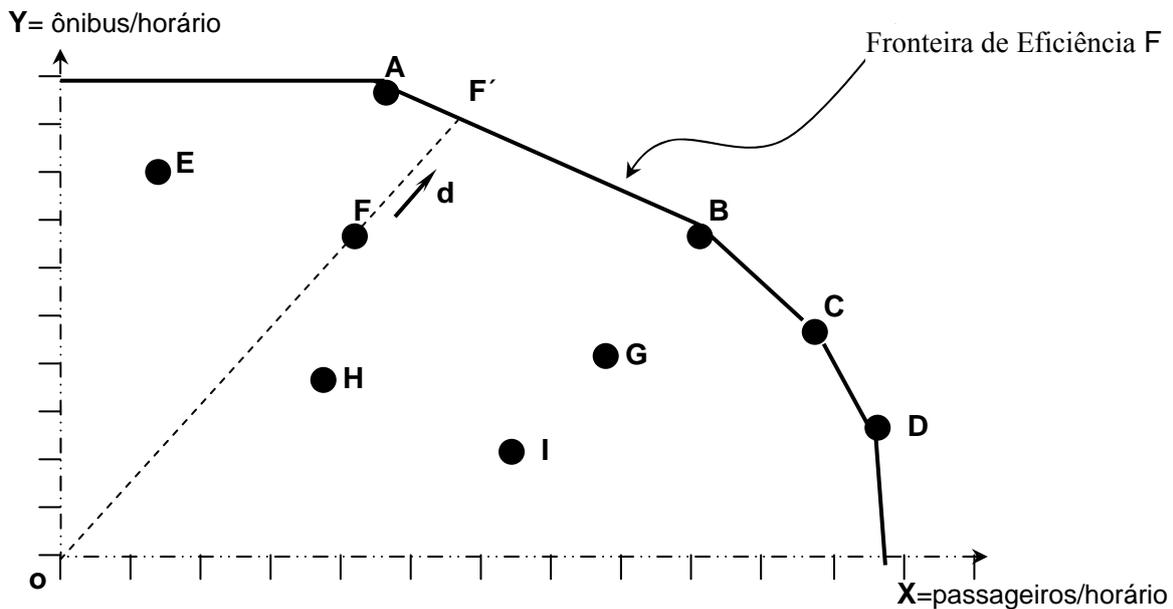


Figura 5. Gráfico dos Terminais segundo horário/passageiros e ônibus

Portanto, a idéia principal da análise é encontrar o melhor produtor virtual P_V , aquele com desempenho ideal, para cada produtor real P_r . Se o produtor virtual for melhor do que o original, produzindo mais saídas com a mesma entrada ou produzindo a mesma saída com menos entrada então o produtor original P_r é conhecido como ineficiente.

O procedimento de achar o melhor produtor virtual pode ser formulado como um programa linear. Isso significa que analisar a eficiência de n produtores é o mesmo que criar n problemas de programação linear.

As abordagens para análise podem ser tanto orientadas à entrada como orientadas à saída. No caso de ser orientada à entrada, o método DEA definirá a fronteira procurando no máximo possível uma redução proporcional nas entradas utilizadas, com os níveis de saída mantidos constantes, para cada DMU. Enquanto que, no caso de orientada à saída, o método DEA procurará maximizar proporcionalmente o incremento da produção, com os níveis de entrada mantidos fixos. Aqui se pode aplicar o conceito de Retorno de Escala, que é o incremento ou decremento da eficiência baseado no tamanho. Por exemplo, um operador pode alcançar certas economias de escala transportando centenas de passageiros ao longo de uma linha ao invés de um passageiro por linha – transportar

um de cada vez é tão difícil quanto transportar vários por vez. Esse é um exemplo de retornos crescentes de escala (ou IRS – *Increasing Returns to Scale*).

Um escore de eficiência técnica terá sempre o mesmo valor de retorno quando for aplicada uma constante tecnológica na medida de retorno de escala (CRS) de uma DMU. Por outro lado, as DMUs terão escores com valores desiguais quando for assumido um retorno de escala variável (VRS) (AZAMBUJA, 2002). É o caso da influência do valor da tarifa na quantidade de passageiros transportados, ou nos custos de transportá-los.

Assim, o operador poderia ter um custo maior ao transportar certo número de passageiros de uma vez por causa de problemas de manutenção dos veículos e limitações no fornecimento de combustível. Esse exemplo de produção ilustra os retornos decrescentes de escala (ou DRS – *Decreasing Returns to Scale*). A Combinação dos dois extremos, IRS e DRS, resulta em outra medida de escala, o retorno de escala variável (ou VRS – *Variable Returns to Scale*) (CHARNES, COOPER et al., 1994).

O conceito de Retornos de Escala Constantes (CRS-*Constant Returns to Scale*) significa que os produtores estão habilitados a tabelar linearmente os insumos (inputs) e a produção sem incrementar ou decrementar a eficiência. Não importa o quanto se consome de insumos e se produz, a eficiência técnica será sempre a mesma.

3.4.3.1. Vantagens da DEA

A DEA pode ser uma ferramenta poderosa quando utilizada de forma genérica. Conhecida como análise de fronteira, as seguintes características que podem torná-la eficaz são:

- . O DEA pode tratar modelos que necessitam de múltiplas entradas e múltiplas saídas;
- . As DMU são diretamente comparadas em relação a um ponto ou combinações de pontos;
- . As variáveis de Entrada e de Saída podem ter unidades muito diferentes. Por exemplo, X1 poderia ser “pessoas transportadas” e X2 poderia ser “unidades de Reais (\$)” sem necessariamente ter uma relação direta entre as duas.

3.4.3.2. Desvantagens da DEA

As mesmas características que tornam a DEA uma ferramenta poderosa podem também criar problemas. As seguintes características são relevantes:

- . Uma vez que a DEA é uma técnica de pontos extremos, um ruído (mesmo um ruído simétrico de média zero) tal como uma medida de erro pode causar problemas significantes alterando o resultado de uma comparação;
- . A DEA é boa para estimar eficiência relativa de uma DMU, mas ela converge muito lentamente para a eficiência absoluta. Em outras palavras, ela pode apresentar o quanto a comparação está sendo bem realizada, mas não compara com um máximo teórico;
- . Uma vez que a formulação padrão da DEA cria um programa linear para cada DMU, grandes problemas podem ser computacionalmente intensivos e demorados de serem resolvidos;

Um bom exemplo da utilização da técnica DEA a um problema de comparação da eficiência técnica em transporte público pode ser encontrado no trabalho de NOVAES (2001).

3.4.4 MAH – Método de Análise Hierárquica

A análise multicritério (*Multi-Criteria Analysis* -MCA) é uma metodologia para a tomada de decisão desenvolvida para problemas complexos. Como descrito por MOREIRA (2000) em situações onde muitos critérios estão envolvidos, tais como no desenvolvimento de projetos envolvendo vários campos de conhecimento, um processo de tomada de decisão bem formado e lógico deve ser adotado. Da mesma forma, pode ser muito difícil obter o consenso generalizado de uma equipe multidisciplinar acerca da solução de algum problema. Usando a MCA os membros da equipe não tem que concordar sobre a importância relativa dos critérios ou opções das alternativas. Utilizando um procedimento padronizado de formular alternativas, escolher critérios e indicadores, avaliar as alternativas segundo os critérios e indicadores escolhidos e, por fim, fazer agregações das avaliações parciais chega-se ao grau de alcance dos objetivos do projeto expressos pelos critérios. Cada membro entra com seu próprio julgamento, e torna-o distinto, identificável e assim as contribuições individuais se somam ao final. Por meio de técnicas de seguir princípios básicos aos problemas, termos bem definidos

e aceitos e mentalidade estruturada, uma hierarquia de indicadores e critérios é construída permitindo observar as variáveis envolvidas de forma mais coerente com o processo de decisão que se quer chegar (SAATY, 1991).

A ferramenta mais utilizada de análise multicritério é o Método de Análise Hierárquica (ou, *Analytic Hierarchy Process* - AHP) desenvolvida na Wharton School of Business por Thomas Saaty e ilustrada na figura 6. O Método de Análise Hierárquica procura reproduzir o raciocínio humano na avaliação comparativa dos elementos de um conjunto, com base na percepção de analistas.

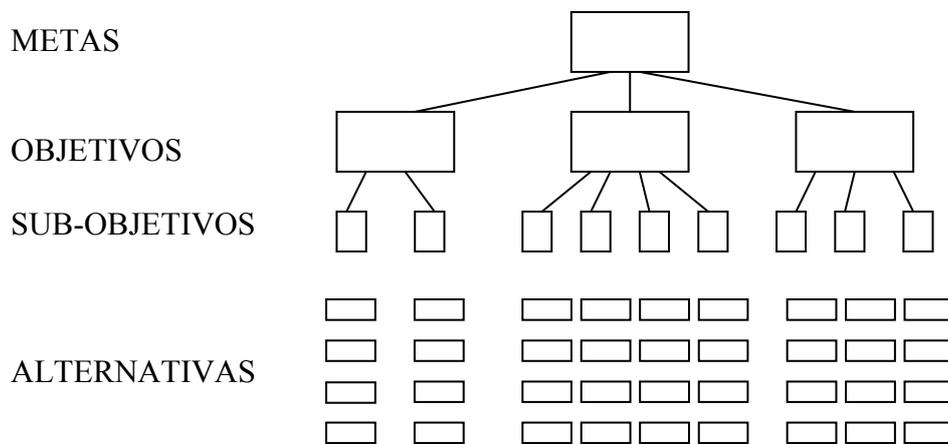


Figura 6. Hierarquia da Decisão (Adaptado de The Analytic Hierarchy Process and Expert Choice - Capítulo 4)

A aplicação do método produz como resultado uma atribuição de pesos numéricos a objetivos e alternativas escolhidos previamente. Isso permite estruturar hierarquicamente os elementos um a um desde o nível mais alto, onde se situa o objetivo geral, até o nível das atividades através das quais se pretende alcançar esses objetivos. A partir dessa estrutura, matrizes de decisão são montadas para comparar os elementos de cada nível.

SAATY (1991) propõe uma escala numérica de ponderação composta pelos números 1, 3, 5, 7 e 9, atribuídos de forma a permitir fazer comparações entre os julgamentos. Essa escala varia conforme o grau de importância do elemento analisado no conjunto, ou uma alternativa em relação à outra, representando aquelas de **igual importância**, **pequena dominância**, **grande dominância** e **dominância absoluta**. Os valores intermediários

servem como recurso de ponderação para uma condição de compromisso entre duas definições de alternativas.

No trabalho de PEREIRA (2001) sobre a avaliação de desempenho operacional do transporte público realizado pelas operadoras na cidade de Fortaleza no Ceará, além do Modelo Multicritério foi utilizado um *software* de análise multicritério para facilitar nas tarefas de levantamento e organização dos dados.

3.4.5 BSC – *Balanced ScoreCard*

O desenvolvimento da ferramenta *Balanced Scorecard* ocorreu dentro do grupo de estudos criado em 1990 com o nome “Medindo a performance nas organizações do futuro”. David Norton era o presidente e Robert Kaplan o consultor acadêmico. A partir da publicação em 1992 do artigo “*The Balanced Scorecard – measures that drive performance*” na *Harvard Business Review*, Norton e Kaplan consolidaram a ferramenta nos meios empresariais e acadêmicos.

A finalidade do *Balanced Scorecard* é desenvolver um conjunto de medidas de desempenho, com indicadores oriundos de diversas áreas simultaneamente de uma organização. O BSC se constitui num sistema gerencial capaz de canalizar as energias, habilidades e os conhecimentos de indivíduos dos mais diversos setores da organização com o objetivo de realizar metas estratégicas. Dessa forma, permite que a organização alinhe todos os seus recursos financeiros, materiais e humanos com o seu planejamento estratégico, utilizando um conjunto de planos de ação cuja implementação pode levar ao alcance dos objetivos traçados em termos de estratégia – programas – indicadores, desdobrando a estratégia em perspectivas que privilegiam as definições dos Objetivos, Indicadores, Metas e Programas (KAPLAN & NORTON, 1997).

Algumas empresas brasileiras apelidaram o *Balanced Scorecard* (BSC) de “painel de bordo”, ou seja, um sistema de avaliação de desempenho empresarial que vai além dos indicadores financeiros tradicionais reconhecendo que são insuficientes para avaliarem a performance de uma organização. Assim as medições financeiras são complementadas com avaliações sobre o cliente, identificando os processos internos que devem ser aprimorados e analisando as possibilidades de aprendizado e crescimento da empresa,

assim como os investimentos em recursos humanos, sistemas e capacitação que poderão mudar substancialmente todas as atividades.

Em vez de apenas registrar o desempenho passado da organização, o BSC oferece uma visão sobre o futuro e, ao estabelecer a correlação entre as diversas categorias de *performance*, ele indica também o que fazer e como chegar lá.

O BSC deve ser visto, não como um sistema de medidas táticas ou operacionais, mas como um sistema de gestão estratégica de longo prazo. Seus objetivos e medidas derivam da missão e estratégia de uma unidade de negócios e devem se traduzir em objetivos e medidas tangíveis, que representam um equilíbrio entre indicadores externos voltados para acionistas e clientes, e as medidas internas dos processos críticos de negócios, inovação, aprendizado e crescimento.

Os objetivos e medidas focalizam o desempenho organizacional sob quatro perspectivas: financeira, do cliente, dos processos internos e de aprendizado e crescimento. Sua implementação não deve ser nem a busca dos melhores indicadores nem um exercício de *benchmarking* para saber o que a concorrência está medindo em seus *Scorecards* (NORREKLIT, 2000). Em primeiro lugar o processo de construção deve avaliar o ambiente competitivo conhecendo as preferências e segmentos dos clientes. Isso permite criar uma estratégia capaz de gerar desempenho financeiro com base no equilíbrio entre crescimento e produtividade crescentes. Outro aspecto de relevância é a identificação dos processos de negócio críticos para o cumprimento das propostas de valor e para a realização dos objetivos financeiros traçados. A gestão de pessoas deve procurar desenvolver as habilidades, competências e estímulos necessários ao cumprimento das metas. A tecnologia da informação deve ser uma aliada na criação de base de dados e adoção de tecnologias imprescindíveis à obtenção da excelência dos processos internos e do fornecimento de valor para os clientes.

3.4.6 KPI - Indicadores-Chave de Desempenho

Indicadores-chave de desempenho, ou *KPI - Key performance indicators*, é um conjunto de critérios quantificáveis que uma companhia ou indústria utiliza para medir ou comparar se o seu desempenho está adequado às suas metas estratégicas e operacionais

traçadas. As medidas KPIs variam entre indústrias e companhias dependendo de suas prioridades ou critérios de desempenho. É referida também como Indicadores-chave de Sucesso, em inglês *KSI-Key Success Indicators*.

Os indicadores KPI (*Key Performance Indicators*) são métricas financeiras e não-financeiras usadas para quantificar objetivos de maneira a refletirem o desempenho estratégico de uma organização. Os KPIs são usados em Inteligência de Negócios para avaliar o estado presente dos mesmos e indicar um curso de ação (PARMENTER, 2007).

Os KPIs são usados no nível estratégico da organização para atribuir valores e proporcionar um sistema de medição para atividades que são difíceis de quantificar como por exemplo o benefício da liderança, serviços, satisfação do cliente, comprometimento do funcionário. O *Balanced Score Card* é um exemplo de técnica de KPI utilizada nas empresas.

Ainda segundo PARMENTER (2007), os KPIs diferem dependendo da natureza da organização, de suas estratégias específicas, das suas metas e em relação às ações de seus dirigentes. Os KPIs auxiliam uma organização a medir o progresso das suas metas organizacionais em relação aos processos de difícil quantificação.

É necessário para a organização identificar o conjunto mínimo de KPIs representativos da sua estrutura de negócios. Os itens principais para identificá-los são:

- 1) Ter um processo de negócio pré-definido, com todos os custos dos recursos humanos e materiais envolvidos nos fluxos de procedimentos dimensionados em termos de prazos de cada fase do negócio e retornos financeiros;
- 2) Ter os requisitos de performance e as metas empresariais claramente definidas para os processos de negócios;
- 3) Ter a mensuração qualitativa e quantitativa dos resultados alcançados em um período e a comparação destes com o conjunto de metas definidas; e,
- 4) Ter pesquisado as variações e os processos mais críticos e os recursos que permitem alcançar as metas de curto-prazo.

Para identificar os candidatos a indicadores-chave, PARMENTER (2007) e FAVELL (2004) sugerem montar tabelas ou listas utilizando o acrônimo SMART (em português ESPERTO), que significa:

- 1) **Specific** – Específico, característica de que um indicador deve aplicar-se a um único caso onde as metas e os métodos seja claramente definidos;
- 2) **Measurable** – Mensurável, um indicador deve ser objetivo e possuir características que permitam extrair medidas quantificáveis;
- 3) **Achievable** – Alcançável, um indicador deve ser humanamente possível e empregar todos os recursos necessários para o alcance das metas;
- 4) **Realistic** ou **Relevant** – Realística ou Relevante, a definição das metas e respectivos indicadores devem estar de acordo com o ambiente da organização, independente dos três critérios anteriores; e,
- 5) **Timely** - Temporizável, os critérios de identificação e definição dos indicadores devem considerar os prazos, o tempo de cada tarefa, os tempos empresariais de custos obrigatórios como os tributários e obrigações trabalhistas, além dos prazos do retorno de capital e das vendas.

Pode-se caracterizar os *Key Performance Indicators* como um conjunto mínimo de valores essenciais estruturados por área de negócios de uma organização e utilizados para representar o estado atual da gestão de cada uma dessas áreas. A medição e o acompanhamento periódicos de cada indicador fornecem à empresa condições de avaliar o desempenho no contexto da concorrência e do seu setor econômico de atuação.

4.0 Simulação

4.1 Considerações Iniciais

Em geral procura-se definir primeiro o que significa simulação. Escapa ao escopo dessa dissertação discutir as diversas definições existentes, dentre as quais podem ser encontradas em (ARSHAM, 2000) (CYBIS at al., 2002) (GONÇALVES, 1996) (LAW & KELTON, 1982) (SALIBY, 1989).

Neste trabalho, entende-se que uma simulação tem, por objetivo, fornecer recursos que facilitem a análise e a avaliação do comportamento de um sistema ou modelo proposto. Contudo, para simular é necessário definir o que se deseja, quais os tipos de saídas que deverão ser geradas e o que fazer com essas saídas. Essas saídas compreendem os resultados, que serão posteriormente analisados. As análises permitem concluir sobre o comportamento do sistema ou modelo. A definição dos tipos de resultados gerados por um simulador influencia em sua modelagem ou construção. Não é necessário que um simulador implemente todos os módulos de um sistema para que gere resultados consistentes. Entretanto, o simulador deve implementar todos os módulos do sistema que influenciam na geração dos resultados esperados.(INPE, 1988) (SALIBY, 1989)

Para definir os resultados esperados de um simulador deve-se conhecer sobre seus eventos. Além disso, é necessário conhecer-se as métricas adequadas para cada evento.

As pesquisas revelaram que ainda são escassas as implementações de Modelos de Simulação para analisarem as atividades dos Terminais Rodoviários de Passageiros (GONÇALVES, 1986;1996). Mesmo os modelos existentes para estações ou terminais de outros modos de transporte, geralmente envolvem uma significativa entrada manual de dados, ou são limitados para representarem movimentos multidirecionais complexos das pessoas, geralmente não sendo relacionados a terminais rodoviários de passageiros como se vê em (DANTAS, 1983)(D´AGOSTO, 1999).

O TCQSM (Transit Capacity and Quality of Service Manual, na Parte 7 sobre Paradas, Estações e Capacidade de Terminais, 2000) aponta duas abordagens possíveis para

analisar a movimentação de pessoas dentro de Terminais. Na primeira as pessoas são designadas a espaços discretos de passageiros no qual podem transitar, como definido pelo analista. Uma análise espaço-tempo é então realizada, para cada espaço discreto, baseada no número de pedestres passando através desse espaço e suas atividades dentro de cada espaço. A segunda abordagem utiliza os métodos de micro-simulação para acompanhar os movimentos individuais dos pedestres, e analisar o congestionamento e as filas formadas.

Uma abordagem recente foi desenvolvida para análises de evacuação onde os pedestres possuem um propósito único, mas ainda não foram aplicadas com sucesso a casos gerais de circulação (TCQSM, 2003).

Para o problema da análise do desempenho operacional da Gestão de Terminais Rodoviários de Passageiros vários aspectos devem ser considerados, desde a circulação das pessoas até o retorno do capital investido na sua implantação.

O uso de modelos de simulação é indicado quando abordagens analíticas não são satisfatoriamente apropriadas para avaliarem o problema (LAW, 1982) (ARSHAM, 2000) (MEDEIROS, 1998). Os modelos de simulação apresentam vantagens potenciais, tais como:

- São apropriados para avaliar situações novas, inexistentes.
- Permitem avaliar a importância relativa das variáveis no processo, e como elas se relacionam.
- Permitem avaliar políticas no modo “*off-line*”, em alternativa à prática de tentativa e erro “*on-line*”.
- Provem informações em seqüência temporal e espacial, não apenas valores médios e variâncias.
- Permitem estudar o sistema em tempo real, acelerado ou desacelerado.
- Permitem avaliar experimentos sobre sistemas inseguros sem oferecer risco aos usuários.
- Permitem quantificar os padrões referenciais para comparação de cenários alternativos.
- Permitem avaliar os efeitos decorrentes de mudanças na operação de um sistema.

Por outro lado, existem restrições e limitações na modelagem através de simulação que devem ser consideradas:

- Pode haver alternativas mais fáceis para resolver o problema. É importante que o analista considere outros recursos de análise alternativos.
- Simulação consome tempos extensos e custa caro.
- Modelos de simulação exigem volumes de dados significativos. Muitos desses constituem-se em informações de difícil obtenção ou apropriação.
- Os modelos de simulação possuem calibração e validação complexas. Se as etapas forem deficientes, o modelo é inútil.
- A aplicação de modelos de simulação requer domínio sobre uma ampla variedade de conhecimentos que inclui: teoria de fluxo, programação e operação computacional, probabilidade, estatística, e tomada de decisão.
- Simulação só é viável quando o sistema avaliado é profundamente compreendido.
- O uso de modelos de simulação exige compreensão, além dos dados e parâmetros de saída, dos processos de estimação intermediários. Também é importante conhecer as limitações e hipóteses dos modelos.

4.2 Tipologia dos Modelos de Simulação

Os modelos de simulação podem prever o desempenho de um sistema através de representações das interações temporais e espaciais entre os componentes do sistema. De modo geral podem ser classificados em modelos Empíricos e Modelos Analíticos.

Os modelos empíricos estimam o desempenho de sistemas baseados em relações matemáticas formuladas através de análises estatísticas, como análises de regressões aplicadas a dados observados em campo.

Modelos analíticos calculam o desempenho do sistema usando as relações entre seus componentes desenvolvidas através de considerações teóricas, tais como a teoria de filas determinísticas ou probabilísticas, calibradas e validadas com os dados de campo. (ARSHAM, 2000)

A operacionalização dos modelos de simulação é caracterizada pela fundamentação teórica, pela matemática utilizada e pela lógica estrutural do modelo. A esse respeito

ZEIGLER (1976) propõem uma classificação para distinguir os modelos formais de simulação em cinco dimensões:

1) Tempo Contínuo *versus* Tempo Discreto

Modelos de Tempo Contínuo são modelos cujo relógio da simulação é incrementado em unidades de tempo infinitesimais.

Modelos de Tempo Discreto são modelos cujo relógio da simulação é incrementado em unidades de tempo inteiras;

2) Estado discreto *versus* Estado Contínuo

Modelos de estado Discreto são modelos que contém variáveis de estado discretas e

Modelos de estado Contínuo são modelos que contém variáveis de estado contínuas.

Modelos de estado Híbrido são modelos que contém os dois tipos de variáveis;

3) Modelo Determinístico *versus* Modelo Não-Determinístico

Modelos Determinísticos não contém variáveis aleatórias e Modelos não-determinísticos ou estocásticos possuem pelo menos uma variável aleatória;

4) Modelo Autônomo *versus* Modelo Não-Autônomo

Modelos que estão completamente isolados das influências de seu ambiente são considerados como Autônomos. Por outro lado, um modelo é não-autônomo quando requer estímulos externos para realizar a simulação;

5) Variante no Tempo *versus* Invariante no Tempo

Essa última dimensão refere-se à questão se o modelo se altera durante o tempo de simulação. Se as regras de interação mudam durante o tempo de simulação então é considerado um modelo variante no tempo. Se a regra de interação não muda durante o tempo de simulação, então é considerado um modelo invariante no tempo.

Ademais, dependendo do nível de agregação com que os dados são tratados, podem ser classificados em microscópicos, mesoscópicos e macroscópicos.

Modelos de simulação macroscópicos tratam o problema com baixo nível de detalhamento. O problema é representado como uma entidade única, e o sistema é descrito através de relações gerais, tais como densidade populacional de uma região, quantidade de viagens entre dois pontos sem considerar a quantidade de linhas ou ônibus, quantidade de banheiros sem considerar como são utilizados diariamente, ou mesmo a totalidade de passagens vendidas desconsiderando para quais linhas e horários.

Modelos microscópicos, por sua vez, descrevem tanto as entidades do sistema como suas interações através de um alto nível de detalhamento. Cada entidade é individualmente representada, e suas interações com as demais são explicitamente avaliadas. Nesse caso, quando são avaliadas as passagens vendidas, são consideradas as linhas, os horários e a demanda em cada linha e horário, com o objetivo, por exemplo, de se saber como se comportam as vendas em períodos de pico.

Os modelos mesoscópicos apresentam características mistas, constituindo um nível intermediário de agregação de variáveis. Representam ou as entidades, ou suas interações de forma agregada, porém preservam, em algum desses aspectos, um nível expressivo de detalhamento. Esse é o modelo do SIMTERP, pelo fato de alguns aspectos macro e micro das atividades do Terminal terem sido considerados na sua formulação.

A classificação em relação à escala temporal descreve como os fenômenos modelados estão vinculados ao tempo.

Modelos estáticos representam uma condição fixa que corresponde a um instante específico, ou ao comportamento médio ao longo do período de análise e ignoram os diversos estados do sistema assumidos ao longo do tempo.

Os modelos dinâmicos consideram o tempo uma importante variável independente no fenômeno modelado. Assim, as mudanças de estado que o sistema sofre, ao longo do tempo, são avaliadas em função do tempo em que ocorrem essas mudanças.

Modelos discretos descrevem as mudanças no sistema apenas em instantes isolados de tempo. Dessa forma, assumem que mudanças de estado no sistema ocorram abruptamente em instantes de tempo afastados.

Modelos contínuos tratam as mudanças do sistema, ao longo do tempo, como um fenômeno contínuo. Assim, descrevem como o estado do sistema se altera continuamente através do tempo em resposta a estímulos contínuos.

Qualquer elemento que muda de estado no sistema modelado é definido como evento. Podemos modelar o sistema numa sucessão de estados distintos, evento a evento ou ainda, com base no tempo discretizando segundo a segundo.

Muitos eventos em um Terminal estão associados a processos onde os efeitos da variabilidade aleatória são importantes. Destino das viagens ou o uso de uma facilidade como os banheiros, são exemplos.

Os modelos determinísticos desprezam a variabilidade aleatória. Desse modo, as variáveis de entrada e saída assumem valores médios e agregados. Em modelagem determinística, um dado de entrada vai sempre produzir o mesmo parâmetro de saída, por exemplo, o número de sanitários não varia ao longo do tempo e determina o número de usuários que pode utilizar simultaneamente essas instalações.

Em modelagem estocástica, os resultados são estimados através de variáveis aleatórias. Uma variável aleatória pode ser representada através de um valor que é associado a uma função de probabilidades. Nessa função colocamos também a medida de variabilidade que vai delimitar a ocorrência da variável aleatória (SALIBY, 1989). A modelagem estocástica é utilizada para representar a incerteza de um processo ou para expressar, na forma de distribuições estatísticas, o efeito de uma variável aleatória nos parâmetros de saída. Os métodos estocásticos são largamente utilizados em modelos de simulação de transportes, em sua maioria na Engenharia de Tráfego (LIEBERMAN e RATHI, 1997) (CYBIS *et al.*, 2004) (CYBIS *et al.*, 2002) (D'AGOSTO, 1999).

O modelo de simulação SIMTERP para obtenção de dados para a avaliação de desempenho operacional considera que existem vários cenários prováveis. A concepção de cada cenário envolve a escolha e a definição dos elementos contemplados na modelagem: delimitação das funcionalidades para estudo, definição do período de análise, e seleção do tamanho e do tipo do Terminal representado. O critério básico para seleção dos elementos funcionais representados é adaptativo. Ou seja, um elemento será incluído na modelagem se a sua presença for significativa para a análise do desempenho do Terminal.

4.3 Levantamento e codificação de dados

O levantamento de dados deve ser feito para caracterizar o ambiente estudado, subsidiando com informações necessárias às etapas de codificação, calibração e validação do modelo.

As fontes de informações envolvem observações em campo utilizando o questionário do Anexo 6, levantamento das plantas existentes e relatórios sobre viagens geradas no terminal, e a programação operacional das viagens registradas nos órgãos responsáveis. Quando as coletas em campo forem limitadas por questões de viabilidade e custo, é preferível utilizar valores referenciais relacionados na bibliografia ou valores *default* dos parâmetros dos modelos.

Certamente, à medida que diminui o nível de agregação da modelagem, aumenta o volume de informações necessárias. A diversidade de dados exigidos em estudos de modelagem acompanha a diversidade de modelos disponíveis. Assim, os dados de entrada e os objetivos do sistema devem ser bem caracterizados (ARAÚJO, 2003).

4.4 Calibração e validação de modelos

A confiabilidade de qualquer simulador depende da sua habilidade em produzir resultados próximos à realidade sem, no entanto, imitá-la. A maioria das variáveis de entrada usada em modelos de simulação é de difícil medição em campo, porém podem ter substancial efeito no desempenho do modelo.

Enquanto que os modelos sugerem valores *defaults* que geralmente representam condições médias para parâmetros particulares, é responsabilidade do analista quantificar valores em faixas consistentes com a realidade de campo.

A calibração é o processo de ajustar dados e parâmetros de entrada em um modelo de modo a gerar uma melhor equivalência entre resultados da simulação e o mundo real. Iterativamente o operador ajusta os parâmetros do modelo até que os resultados estimados se apresentem equivalentes às observações de campo (ARSHAM, 2000).

A validação se ocupa de apresentar medidas quantitativas de consistência entre a previsão do modelo e medições do mundo real. Na prática, o analista valida um modelo comparando os parâmetros estimados com as medições de campo (ARSHAM, 2000).

A validação operacional faz uso de testes estatísticos como a comparação de médias assumindo-se distribuição normal, onde para a população de médias define-se um intervalo de confiança. Outras análises estatísticas utilizadas envolvem séries temporais, e análises de variâncias (SALIBY, 1989).

A etapa de calibração é executada alternadamente com a etapa de validação, até que o modelo atinja um desempenho considerado satisfatório. Assim, os parâmetros em calibração são ajustados e os resultados estimados pelo modelo são comparados com os referenciais de validação, até que a equivalência seja considerada satisfatória.

O propósito do modelo determina o tipo e o nível de detalhe das informações de campo a serem comparadas com os parâmetros de saída. Em modelos macroscópicos, as informações para subsidiar a etapa de validação e calibração são parâmetros agregados que se referem às variáveis estruturais ou de conjuntura econômica.

Em modelos microscópicos, a diversidade de informações que pode ser utilizada é mais ampla. Além dos parâmetros agregados utilizados pelos modelos macroscópicos, também podem ser adotadas informações que caracterizam a natureza microscópica do problema. Esse maior detalhamento torna o processo de validação e calibração em modelos microscópicos mais complexos que em modelos macroscópicos e mesoscópicos por envolver mais variáveis, maior volume de dados, e consumir mais tempo.

4.5 Análises de sensibilidade

As análises de sensibilidade são conduzidas de modo a permitir um melhor entendimento sobre a modelagem. Tais análises pressupõem alterar valores de um dado de entrada em particular, e avaliar o respectivo impacto nos parâmetros de saída de interesse. (SALIBY, 1989)

As análises de sensibilidade podem ser realizadas de duas maneiras diferentes:

- a) mudando-se valores de parâmetros; modificando-se o porte do Terminal, por exemplo conforme os valores vistos na Tabela 1; ou,
- b) mudando-se a tabela de horários oferecida pelas operadoras do Terminal, como por exemplo, mudando-se os tempos de partidas e chegadas.

Em modelagem de simulação microscópica e estocástica, o processo de análise de sensibilidade consome grande quantidade de tempo, pois exige múltiplas rodadas. Análises de sensibilidade são amplamente utilizadas na etapa de calibração de modelos, uma vez que permitem avaliar o impacto dos parâmetros ajustados nas variáveis de saída que orientam o processo (SALIBY, 1989).

Na etapa de avaliação dos resultados da modelagem, as análises de sensibilidade permitem identificar valores limite dos dados de entrada associados a uma condição específica do Terminal, como por exemplo, o nível de saturação do Setor de Embarque/Desembarque. Assim, quando da comparação de cenários, as análises de sensibilidade ajudam a identificar a faixa de dados de entrada associada a um determinado resultado.

4.6 Considerações finais

O uso de modelos de simulação para analisar fenômenos, cuja complexidade impede a tomada de decisão em situações favoráveis de êxito, justifica seu emprego. Os custos envolvidos no levantamento e posterior tratamento de dados de tais fenômenos representam um óbice que inviabiliza as pesquisas para o conhecimento de seus mecanismos de funcionamento. A partir da segunda metade do Século XX com o desenvolvimento dos computadores digitais de maior capacidade de processamento e de menores custos, pesquisas antes consideradas difíceis de serem realizadas em áreas como petróleo, aeronáutica, engenharias e medicina, ganharam força para continuarem evoluindo em seus campos de estudo. Uma das ferramentas de análise e apoio à decisão que se beneficiou do desenvolvimento dos computadores digitais foi a simulação. Novos e mais complexos modelos de simulação foram desenvolvidos para áreas antes não contempladas com seus benefícios. Uma dessas áreas foi a da engenharia social, ou modelagem sociológica. Uma outra área de mesma importância e dimensão foi a da

modelagem ambiental e meteorologia, nas áreas de estudos de sistemas dinâmicos e da pesquisa em sistemas cognitivos.

Os estudos nos vários setores da engenharia de transportes utilizando simulações ainda são tímidos no Brasil, embora seu uso já conte com algumas décadas. Mesmo assim, a utilização de pacotes de software de simulação é mais difundida, o que mantém alguns setores na dependência tecnológica por um lado, mas por outro promove o desenvolvimento de soluções independentes contemplando as particularidades de cada setor.

5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade

5.1 Considerações Iniciais

As principais características de um sistema de avaliação desempenho surgem no estabelecimento de metas e nas formas de medição dos resultados. O trabalho sobre indicadores da qualidade e de desempenho de TAKASHINA e FLORES (1996) corrobora essa assertiva. Todos os membros de uma organização, da direção até os escalões mais operacionais, devem estar comprometidos em alcançar os níveis definidos de excelência e qualidade. A maneira de gerenciar os resultados quer fazendo uso de tecnologia da informação ou de controles manuais, vai determinar o sucesso da adoção de critérios e indicadores de desempenho. Assim, os sistemas de mensuração do desempenho são etapas principais para a avaliação da qualidade das organizações (NAJMI, 2001).

MÜLLER (2003) observa que toda a avaliação de desempenho é realizada considerando os processos. A partir da compreensão do funcionamento dos processos organizacionais pode-se implementar políticas de monitoramento para acompanhar o andamento das tarefas de cada setor sob avaliação.

Por outro lado, todas as formas de medição com o objetivo de acompanhar o desempenho de sistemas podem levar a resultados imprecisos e vagos. Segundo Bourne e Neely uma vez que nenhum sistema é perfeito, pode-se esperar uma taxa de erro nos resultados da avaliação de desempenho que seja tolerável e não comprometa as medições como um todo (NEELY, 2000).

Para ORTÚZAR e WILLUMSEN (1990) a modelagem de sistemas de transportes deve contemplar o monitoramento constante dos dados sobre demanda e oferta. Esses dados são agrupados e categorizados obedecendo a critérios de desempenho, previamente analisados quando o sistema foi projetado. Assim, devem ser realizadas pesquisas exaustivas sobre comportamentos e preferências com o objetivo de caracterizar bem cada critério de análise a ser adotado (ETTEMA, 1997).

Essa foi a posição de Meersman, Eddy e Thierry da Universidade de Antuérpia quando realizaram as pesquisas para descobrirem os elementos principais que caracterizam os indicadores de desempenho de um sistema de transportes (MEERSMAN, 2004).

Partindo dos efeitos do transporte rodoviário de passageiros no sistema de transportes público, MURALHA (1990) analisou as características principais desse modo de transporte para descobrir os critérios definidores, os determinantes e os delimitadores que intervêm nos níveis de serviços oferecidos.

Já Ferreira, Orrico Filho e Santos partiram do ponto de vista do usuário e do traçado das linhas de longa distância para analisar o desempenho de serviços de transporte público por ônibus. As componentes psicológicas da viagem e operacionais dos operadores são determinantes para a qualidade do serviço (FERREIRA, 2002).

Fornecendo subsídios para o levantamento de critérios macro econômicos de mensuração de indicadores de desempenho, MONTEIRO DE BARROS (2001) considerou de forma mais abrangente que, dentre outros aspectos, as condições da infraestrutura existentes e os modos de deslocamento regionais são determinantes para a qualidade do transporte.

Portanto, constata-se que existe uma preocupação em descobrir os indicadores e as unidades de medida que caracterizam o funcionamento de um sistema. Considerando que todo processo possui um nível de organização que o caracteriza como um sistema. Nesse capítulo serão apresentados indicadores e as fórmulas dos índices que servirão para avaliarem o desempenho da gestão dos terminais rodoviários de passageiros.

5.2 Metodologia empregada

5.2.1 Abordagem do problema

Segundo as análises realizadas por MAGRI e ALVES (2003) em terminais aeroportuários para avaliar a qualidade do serviço, existe a necessidade de realização de pesquisas periódicas de satisfação do usuário com o objetivo de melhorar o serviço oferecido. Transpondo os requisitos de qualidade aplicados aos terminais aeroportuários para os terminais rodoviários de passageiros constata-se que essa necessidade é urgente.

Ainda que essa comparação seja válida somente para alguns aspectos operacionais, uma vez que cada instalação possui características próprias, segundo MORLOK (1978) as analogias feitas entre desempenhos de diferentes modos contribuem para refinar a percepção da realidade do sistema de transporte em estudo.

Conforme descrito no Capítulo 1, o objetivo principal dessa dissertação é o de investigar as práticas de gestão dos terminais de transportes rodoviários intermunicipais de passageiros para descobrir onde e como melhorar a qualidade do serviço oferecido. Dessa forma, somente as medidas que impactam diretamente o funcionamento do terminal devem ser consideradas em um primeiro momento.

Como se depreende do referido capítulo, a principal hipótese a ser respondida é se essas medidas escolhidas são válidas para tomar decisões que proporcionem um nível de serviço de melhor qualidade para o usuário.

Isto posto, o processo de descobrir medidas de efetividade deve considerar que, embora seja um equipamento do sistema de transporte público de passageiros, os terminais são também empreendimentos de um singular tipo de pólo gerador de viagens (PORTUGAL & GOLDNER, 2003) (KNEIB, 2004). Ao mesmo tempo em que estão inseridos no desenho urbano das cidades, algumas vezes fora dos centros, mas impactando o fluxo de mobilidade, fazem parte do sistema de transportes diferentemente de outros pólos como os serviços públicos de salvamento e coleta de lixo, cinemas e *shopping centers*. Constituem-se em pontos de convergência e irradiação de passageiros e veículos que, uma vez interligados, representam os nós de uma rede de distribuição de viagens proporcionando acesso à população ao sistema multimodal de transportes.

5.2.2 Pesquisa de Dados

Até o momento da confecção dessa dissertação, as informações necessárias para o levantamento dos indicadores principais sobre a gestão de terminais foram conseguidas minerando dados secundários, ou seja, através da pesquisa na bibliografia especializada do setor e órgãos oficiais de Governo (vide ANEXOS 3, 5 e 7). Pelo fato da pesquisa de campo ser dispendiosa, a estratégia para obter dados primários foi utilizar um

simulador, o que, segundo MOTTA (1991), se constitui em uma prática válida na gestão de corporações mais complexas; portanto adequada ao estudo proposto. Para tanto, um modelo de simulação foi desenvolvido, apresentado no Capítulo 6, contemplando as características principais de um terminal rodoviário intermunicipal de passageiros.

A Análise dos dados levantados pouco revelou sobre a temporalidade das medidas obtidas no que diz respeito à regularidade de ocorrências. Como se depreende das tabelas 7, 7a e 8 são marcantes a sazonalidade da demanda, constituindo-se em alto fator de risco para os investimentos em equipamentos e melhorias do sistema tanto por parte das operadoras como pelo Governo.

Assim, mesmo que essas medidas sejam oriundas de dados extraídos de forma direta ou indireta, sejam dados discretos ou contínuos com perfil determinístico ou probabilístico, as informações de natureza econômica, social e administrativa devem estar presentes. PARMENTER (2007) sugere que os indicadores devem ser simples na forma, mas representarem quando utilizados o que é mais importante para a organização, segundo a visão de seus administradores e especialistas.

5.2.3 Critérios para escolha de Indicadores de Desempenho

A complexidade na análise de desempenho da gestão dos terminais rodoviários de passageiros cresce em função da escassez de dados do setor e sugere uma abordagem centrada nas preferências e tendências de usuários e operadores. Essa abordagem, como visto no trabalho sobre usuários de BANDEIRA e CORREIA (2007) para terminais aeroviários, contribui para reduzir custos redirecionando investimentos, além de aumentar o nível de qualidade real do serviço. Entender o comportamento dos usuários, a sua percepção do nível de serviço, diminui gastos desnecessários na implementação de políticas gerenciais e aumenta a lucratividade, a qualidade dos serviços e a sua satisfação. Portanto, não adianta ter um excelente desempenho segundo um conjunto de indicadores bem modelados se o usuário não der o correspondente valor.

Indicadores representativos requerem critérios nem sempre objetivos, sendo algumas vezes nebulosos e imprecisos. Segundo MENDOZA (1999), um indicador é qualquer variável ou componente de um sistema utilizado para inferir o *status* de um determinado

Critério. Indicadores representam um agregado de um ou mais elementos de dados com certos relacionamentos estabelecidos entre si. Na mesma rota, o autor aborda o conceito de Critério como sendo um princípio ou padrão pelo qual alguma coisa é julgada. Pode ser visto como algo que adiciona significado e operacionalidade a um princípio sem o mesmo ser uma medida direta de desempenho.

Assim, pode-se ter um indicador que representa tanto um atributo de conforto, de difícil mensuração quanto ser facilmente mensurável, tais como a metragem do espaço interno de circulação dos usuários. Enquanto considerado como preferência pessoal o critério de conforto é impreciso, mas a medida de passageiros por metro quadrado é objetiva e facilmente mensurável.

Os indicadores das instalações dizem respeito aos aspectos físicos, às dependências utilizadas pelos usuários, operadores e veículos, pessoal interno e externo. Alguns desses indicadores são:

- a) quantidade de plataformas de embarque e desembarque;
- b) quantidade de banheiros, com o quantitativo de sanitários;
- c) quantidade de guichês com o quantitativo de operadores;
- d) metragem da área de circulação, espera e alimentação;
- e) quantidade de lojas e quiosques;
- f) quantidade de pavimentos e capacidade do estacionamento;
- g) quantidade de portas de entrada e saída;
- h) quantidade de salas da administração;
- i) consumo de água;
- j) consumo de energia elétrica;
- k) telefones públicos instalados;
- l) número de funcionários da instalação, terceirizados e das lojas; e,
- m) quantidade de computadores e aparelhos eletro-eletrônicos.

Em relação aos serviços prestados, a capacidade ofertada de viagens é um dos indicadores objetivos, sendo os outros:

- a) quantidade de linhas;
- b) quantidade de operadores;
- c) quantidade de horários;

- d) quantidade de ônibus;
- e) quantidade de funcionários dos operadores; e,
- f) quantidades de lugares ofertados, por operador e total.

Outros indicadores poderão ser encontrados dependendo do refinamento da análise, entretanto, o nível de abstração aumentará na medida em que se considerar fatores cada vez mais intangíveis. Isto é especialmente verdade com os indicadores sobre a gerência do terminal e das viagens. Fatores da administração como a contabilidade e o controle de receitas e despesas variarão conforme o porte, o tipo de contrato firmado para a operação e a localização do terminal.

O critério da subdivisão dos indicadores em categorias permite ordenar os dados e, como resultado das relações estabelecidas entre esses indicadores, formar índices. Esses índices informarão à organização como estão suas operações e o que fazer para melhorar a gestão. Serve como um monitor de controle que constantemente deve ser observado.

Vista isoladamente a operação de um Terminal envolve a manutenção, e algumas vezes a criação, de inúmeras dependências em função das necessidades da oferta e da demanda (MESQUITA, 1981). Ademais, os operadores, linhas e horários e a oferta de serviços secundários tais como lanchonetes e bares, demandam da administração controle constante. No conjunto dos terminais rodoviários intermunicipais, visto como um sistema de interligação cidade-cidade, alguns fatores são comuns fazendo com que a análise de desempenho realizada em um inclua aspectos de outro. Dessa forma, critérios como conforto, segurança, pontualidade e informação são encontrados em todos eles.

As preocupações com a infra-estrutura, com os métodos que estão sendo utilizados na gerência do terminal e quais os tipos de controles para despesas e receitas que foram adotados, se contratualmente ou não, são comuns a todos os terminais, variando em complexidade somente em relação ao porte.

O gerenciamento tanto das viagens como também dos aspectos referentes à geração dessas viagens tais como localização das zonas de tráfego em relação às áreas centrais e periféricas, padrões de uso do solo e características sócio-econômicas da população

poderão constituir elementos que variem em diferentes regiões, entretanto recebem tratamentos administrativos similares.

O tratamento legal dos terminais recebe amparo na legislação federal, em sua maioria nos aspectos referentes à tributação, regime concessão ou permissão e trabalhista praticada pela iniciativa privada. Na esfera estadual um conjunto de normas próprias de cada Estado é aplicado ao funcionamento dos terminais e no nível municipal alguns aspectos legais como licença de zoneamento, alvarás e impostos incidem também na dinâmica gerencial (ANTT, 2002).

Portanto, da análise dos fatores pesquisados, que compõem a gestão de um terminal rodoviário de passageiros, pode-se concluir que cinco categorias representam a totalidade dos aspectos levantados por essa dissertação:

- 1) Infra-Estrutura - IE
- 2) Gerência do Terminal - GT
- 3) Gerência de Viagens - GV
- 4) Geração de Viagens - GG
- 5) Despesas e Receitas - DR

5.3 Definição dos Indicadores e Índices de Desempenho

5.3.1 Infra-Estrutura (IE)

As instalações devem ser adequadas para atenderem aos usuários com presteza e conforto. A presteza refere-se à eficiência do atendimento, a cordialidade e receptividade dos funcionários. O conforto está relacionado às acomodações, que precisam estar preparadas para portadores de necessidades especiais, idosos e crianças. Devem, também, fornecer espaço interno e externo para o trânsito de veículos e das pessoas e prover facilidade de acesso às variadas funcionalidades oferecidas tais como, plataformas de embarque e desembarque, banheiros, lojas, lanchonetes, estacionamento e guichês de venda de passagens (TCQSM, 2003) (MESQUITA, 1981) (GOUVÊA, 1980). Assim, com base nas pesquisas realizadas até o momento, existem alguns índices referentes à infra-estrutura que informam como estão sendo utilizadas as dependências e o que fazer para adequar e melhorar as instalações.

Índice de Bilheteria por Metro Quadrado (IBMQ)

- É a razão entre a quantidade de bilheterias dividida pelo total de área alocada para todas elas.

Onde: **QB** = Quantidade de bilheterias

$$IBMQ = \frac{QB}{AB}$$

AB = Área alocada para as bilheterias

Índice de Lojas por Metro Quadrado (ILMQ)

- É a razão entre a quantidade de lojas dividida pelo total de área alocada para todas elas. Fornece a densidade de comércio dentro do Terminal por unidade métrica linear.

onde: **QL** = Quantidade de lojas

$$ILMQ = \frac{QL}{AL}$$

AL = Área alocada para as lojas

Índice de Serviços Ofertados do Terminal (ISOT)

- É o total de serviços formais oferecidos pelo terminal dividido pelo total de passageiros em um determinado período. Serviço formal é toda a oferta de produtos comerciais que não está relacionada diretamente a uma viagem. Assim, Caixa eletrônico, Telefones públicos, Correios, Barbearia, Cafeteria e Lanchonetes, Livraria, Jornaleiro, aluguel de carros e etc, envolvendo recursos ou instalações do Terminal, incentivados pelo próprio ou por terceiros, devem ser considerados. Outras facilidades oferecidas tais como banheiros, armários ou locais de guarda de bagagem, bancos de descanso, estacionamento e etc não são contabilizados uma vez que fazem parte do composto de serviços obrigatórios. A rigor a capacidade de atendimento em pedestres em cada serviço deveria ser considerada, entretanto esse índice é uma estimativa da capacidade de consumo dos pedestres por aqueles produtos oferecidos pelo Terminal em um determinado período.

Onde:

$$ISOT = \frac{TS \times t}{TP}$$

TS = 1,...,s e s é o total de serviços formais

TP = 1,...,p e p é o total de passageiros no período

t = 1,...,n e n é o total de períodos em minutos

5.3.2 Gerência do Terminal (GT)

As decisões diárias decorrentes do uso da infra-estrutura, da gestão financeira, da gestão de pessoas e estoques de materiais, além do relacionamento com usuários, agentes econômicos que exploram o terminal e os operadores são centralizadas na administração central do terminal. Todos os aspectos da exploração econômica de um terminal rodoviário de passageiros devem ser administrados racionalmente, impondo um estilo de gerência participativo, uma vez que trata com pessoas das mais variadas origens e de estrutura organizacional do tipo matricial, pelo fato do regime de controle ser por centro de custos.

Os índices a seguir fornecem informações ao gestor do terminal sobre o que está acontecendo nos principais setores da instalação.

Índice de Ocorrência Notável Geral (IONG)

- Representa o total das irregularidades anotadas que ocorreram em um mês interrompendo o funcionamento das linhas em algum horário, independente da operadora, dividido pelo produto do total de linhas pelo total de horários dessas linhas ofertadas por todas as operadoras.

Onde:

$$\text{IONG} = \frac{\text{TI}}{\text{TH} \times \text{TL}}$$

$\text{TI} = 1, \dots, n$ e n é o total de irregularidades
 $\text{TH} = 1, \dots, h$ e h é o total de horários em todas as linhas
 $\text{TL} = 1, \dots, l$ e l é o total de linhas

Índice de Bilheteria por Viagens Ofertadas (IBVO)

- É o total de horários ofertados em todas as linhas, independente da operadora, dividido pelo produto do total de bilheterias com o total de operadoras. A quantidade de horários e linhas sempre é maior que a quantidade de bilheterias. A quantidade de bilheterias pode ser menor ou igual à quantidade de operadores e raramente encontram-se quantidade de bilheterias maior. Um exemplo é apresentado na tabela 12 com os casos para as variações de Horário, Linha, Operador e Bilheteria:

Tabela 12. Quadro comparativo de bilheterias

Casos	Quantidade de bilheterias <i>b</i>	Quantidade total de Horários <i>h</i>	Quantidade de linhas <i>l</i>	Quantidade Operadores <i>o</i>	LO = l / o	(LO x <i>b</i>) / <i>h</i>
1	2	12	2	1	2	0,3334
2	2	15	3	1	3	0,4
3	2	20	5	2	2,5	0,25
4	3	12	2	2	1	0,25
5	3	15	3	5	0,6	0,12
6	3	20	5	6	0,8334	0,125
7	5	35	8	5	1,6	0,2286
8	5	40	8	5	1,6	0,2
9	5	50	10	8	1,25	0,125
10	10	20	7	4	1,75	0,875
11	10	20	10	5	2	1
12	10	50	15	10	1,5	0,3

A necessidade de bilheterias adicionais ou fechamento das existentes vai depender da demanda nos períodos de pico em várias épocas do ano. Em geral contratam-se mais atendentes. Entretanto, se a demanda da linha aumentar permanentemente devido a algum fator da economia a capacidade da bilheteria terá que ser aumentada.

Assim, esse índice é definido como:

$$IBVO = \frac{TH \times TL}{TB \times TO}$$

onde: *h* = 1,..., **TH** e **TH** é o total de horários em todas as linhas

l = 1,..., **TL** e **TL** é o total de linhas

TB = Total de Biheterias

TO = Total de operadoras

Índice de Passageiros Embarcados por Plataforma (IPEP)

- É a contagem dos passageiros que esperaram e embarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação (ciclo). Nesse caso são consideradas as plataformas não-mistas e numeradas sequencialmente. Com esse índice deseja-se um número que expresse a relação de contribuição de cada plataforma no embarque de passageiros, levando em conta a demanda em todos os horários relacionada com o total de plataformas.

A plataforma que possui mais partidas ou chegadas sofre maior desgaste e necessita de mais providências de manutenção. A razão passageiro-tempo informa a taxa de utilização do local. Na prática, cada operador utiliza uma área de embarque fixa, o que facilita o controle de viagens do Terminal.

O período de observação deve abranger mais de um horário de embarque e todas as plataformas. Por exemplo, tomemos uma plataforma com 5 berços de partida e uma distribuição diária de horários seqüencial, começando com 3 horários para a primeira e terminando com 7 horários para a última. A razão horário-berço é: 3/5; 4/5; 5/5; 6/5 e 7/5 para um total de 25 horários, ou seja, $TH = 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 25$. Agora, consideremos a razão de participação TH_b / TH de cada horário sobre o total de horários para os respectivos berços TH_b : 3/25 para o primeiro berço $TH1$; 4/25 para o segundo $TH2$; 5/25 para o terceiro; 6/25 para o quarto e 7/25 para o último, $TH5$. Se tivermos como uma amostra do total de passageiros por berço TP_b em um dia de observação: 100 passageiros para o primeiro berço $TP1$, 130 para o segundo $TP2$, 150 para o terceiro, 180 para o quarto e 140 para o último, ou seja $TP5$; é razoável supor um número que é o resultado do somatório do quociente entre a quantidade de horários das viagens por berço e o total de berços, ponderado pela respectiva demanda em cada berço. O somatório desse número por berço dividido pelo total de passageiros embarcados TP em todos os berços, conforme a fórmula do **IPEP** resulta no índice característico da instalação. Os dados apresentados na tabela 13 exemplifica essa medida.

Tabela 13. Quadro da relação de passageiros por berço e horários

	Berço	Horários por berço	Passageiros por berço	Resultado por berço
	1	3	100	12
	2	4	130	20,8
	3	5	150	30
	4	6	180	43,2
	5	7	140	39,2
Total	5	25	700	145,2

$$\text{IPEP} = \frac{(3/25 \times 100 + 4/25 \times 130 + 5/25 \times 150 + 6/25 \times 180 + 7/25 \times 140)}{(100+130+150+180+140)} = \frac{145,2}{700}$$

$$\text{IPEP} = 0,20743$$

que é o índice para todas as plataformas. Cada plataforma, com seus valores individuais de embarque de passageiros, é comparada com o total de passageiros embarcados em todas as plataformas. Entretanto esse valor é ponderado pela quantidade de horários relativos a cada plataforma. A relação “quanto mais horários ofertados mais passageiros embarcados” é equilibrada com a relação “horários ofertados por plataforma ou berço” e “total de passageiros embarcados”. Como resultado a seguinte relação é obtida:

$$\text{IPEP} = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} \text{TH}_b \times \text{TP}_b}{\sum_{b,h=1}^{b=n} \text{TP}_{bh}}$$

onde:

$b = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de plataformas ou berços

$h = 1, \dots, k$ e k é o total de horários

$P = 1, \dots, d$ e d é o total de passageiros embarcados por horário

TP_b = Total de passageiros embarcados por berço b

TH_b = Horários em de cada berço

TH_{bh} = Relação Horários de cada berço / Total de Horários = $\frac{\text{TH}_b}{\text{TH}}$

THTP_b = Relação individual berço-passageiros = $\text{TH}_{bh} \times \text{TP}_b$

Índice de Passageiros Desembarcados por Plataforma (IPDP)

- É a contagem dos passageiros que desembarcaram por horário e berço em um período de observação (ciclo). Com esse índice deseja-se um número que expresse a contribuição de cada plataforma no total de passageiros desembarcados, considerando nesse caso que as plataformas são não-mistas e numeradas seqüencialmente.

Esse número informa ao Gestor do Terminal como o local está sendo utilizado em função do trânsito de pedestres na instalação em um determinado período. A capacidade de absorver pedestres do Terminal é medida em pedestres por metro quadrado (p/m²). O nível de saturação pode ser alcançado se a diferença entre o total de pedestres que chegaram para viajar, e seus acompanhantes, somada ao total desembarcado for maior que a soma do total embarcado, seus acompanhantes e os visitantes que deixaram o terminal.

Como exemplo, na tabela 14 são apresentados dados de um dia de observação e no gráfico 2 a distribuição de desembarques por horário em um ciclo. Nessa tabela considera-se que o total de horários (ciclo) de chegada **TH** = 7, o total de berços de desembarque **TB** = 4, o total de horários de desembarques **TH** x **TB** = 28, como se os desembarques tivessem ocorrido em todos os horários e para todos os berços, e o total de passageiros desembarcados **TP** = 431. O valor **TH** x **TB** é um total teórico uma vez que irão existir berços em alguns horários que estarão ociosos.

Para cada plataforma *b*, ou berço, estão indicados os totais de passageiros desembarcados **TD_b** e as respectivas quantidades de desembarques **QD_b** do dia. Para cada horário *h* de chegada foram calculados os totais de passageiros desembarcados **TD_h** em todos os berços. Além disso, a tabela 14 mostra as médias de passageiros desembarcados por berço e a média geral.

A taxa de utilização do local de desembarque pode ser calculada como sendo a razão entre o somatório dos horários efetivos de chegada para cada berço, no caso $\sum QD_b = TH_{bh}$ onde $b = 1, \dots, TB$ e $h = 1, \dots, k$ com $0 < k < TH$, e **TH** x **TB**, ou seja, $17 / 28 = 0,6071$. Isso significa que a utilização da capacidade de desembarque está a 60,71 % da capacidade total. Por outro lado, a ociosidade das plataformas no período considerado será o complemento dessa razão, $O = 1 - 0,6071 = 0,3929$ ou 39,29 %.

Tabela 14. Exemplo de Desembarques por berço e horários

Seqüência de Horário h	Passageiros no Berço 1	Passageiros no Berço 2	Passageiros No Berço 3	Passageiros no Berço 4	Total por Horário (TD_h)
1	20	30	-	18	68
2	-	-	27	20	47
3	25	-	-	20	45
4	-	40	29	21	90
5	18	-	-	19	37
6	-	-	31	18	49
7	30	35	-	30	95
$\Sigma (TD_b)$	93	105	87	146	431
$\Sigma (QD_b)$	4	3	3	7	17
Média	23,25	35	29	20,87	25,3529

O índice para representar os passageiros desembarcados por plataforma será:

$$IPDP = \sum_{b=1}^{h=k} \frac{TD_b \cdot QD_b}{TP \cdot TH_{bh}}$$

onde: $b = 1, \dots, TB$ e TB é a quantidade de plataformas ou berços

$h = 1, \dots, k$ e $0 < k < TH$ é o total de horários ou ciclo

TD_b = Total de passageiros desembarcados por berço b

TH_{bh} = Total de Horários (ciclo) com Desembarques em cada berço

O resultado entre o total de horários e o total de todos os passageiros que desembarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação é dividido pelo total de desembarcados em todas as plataformas e horários válidos de um ciclo.

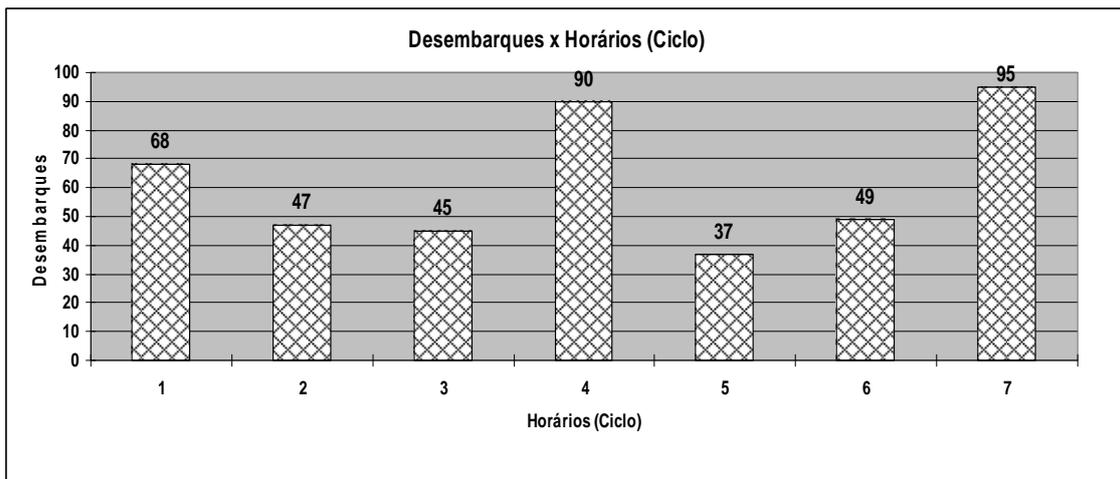


Gráfico 4. Distribuição de desembarques por horário

5.3.3 Despesas e Receitas (DR)

Os resultados do emprego de capital, de material e de recursos humanos nem sempre surtem o efeito esperado em face da natureza sazonal da demanda. Dependendo do regime de funcionamento, se administrado pelo poder público ou privado, o investimento em terminais não trará nenhuma rentabilidade (NTU/ANTP, 1999). As receitas provenientes das tarifas ou taxas de embarque são insuficientes para garantir um funcionamento de qualidade para o usuário. Outras fontes de receita tais como alugueis, serviços de carga e descarga e tarifa para utilização de banheiros fazem parte do balanço sem, contudo, existir uma padronização no tratamento contábil.

Seguem alguns índices e indicadores referentes a essa categoria. Entretanto, não terão seus valores considerados por fugir ao escopo dessa dissertação.

Índice de Faturamento Global do Terminal (IFGT)

- É o quociente entre o somatório de todas as receitas obtidas em um período de tempo pelo somatório de todas as receitas no período anterior.

Índice de Despesa Total do Terminal (IDTT)

- É o quociente entre o somatório de todas as despesas tidas em um período de tempo pelo somatório de todas as despesas no período anterior.

Índice de Despesa de Energia Elétrica por Viagem Ofertada (IDEV-O)

- É o Total Gasto em Energia Elétrica no Mês em Valores dividido pelo Valor Total da Vendas obtido com as viagens efetivamente realizadas nesse mesmo mês. A produção do terminal pode ser definida como a Quantidade de Viagens Realizadas em um determinado período sob certas condições operacionais. A Quantidade de Viagens reflete o número de passageiros transportados e o faturamento em decorrência do maior volume de vendas de passagens. O consumo de energia é diretamente proporcional ao esforço de se vender mais passagens, ou seja, de transportar mais passageiros incluindo aí toda a energia consumida nas lojas e outras dependências.

Índice de Consumo de Água por Passageiro-Hora (ICAPH)

- É o Total Gasto em Consumo de Água, medido no mês de 720 horas em decalitros, dividido pelo total de passageiros-mês embarcados e desembarcados multiplicado pelo total respectivo de horários. É a medida teórica da quantidade de água consumida se todos que embarcassem e desembarcassem a tivessem utilizado.

Índice de Rotatividade de Mão de Obra (IRMO)

- É a diferença entre o quociente da quantidade de contratações de MO dividida pelo total de MO empregada e o quociente da dispensa de MO dividida pelo total de MO empregada. Por exemplo, sendo o total de funcionários para um período = 100. Funcionários contratados em um período = 2. E funcionários dispensados no mesmo período = 1. Então, Relação 1: 2/100; Relação 2: 1/100. A diferença $R1 - R2 = 1/100$ é o Índice. Excetua-se desse cálculo o índice de Absenteísmo, ou seja, aqueles referentes a atrasos, faltas e saídas antecipadas no trabalho, de maneira justificada ou injustificada, ou ainda, aquelas justificáveis que induzem a uma redução na carga-horária de trabalho.

5.3.4 Gerência de Viagens (GV)

Os operadores e as diversas linhas e horários oferecidos ficam sob a coordenação e o controle da administração central. Cada operador trabalha seu nicho de mercado conforme sua cultura organizacional. Nesta categoria estão relacionados aspectos como demanda por linha, ou por operador, tempo de viagem e atendimento. Os índices elencados foram:

Índice do Cumprimento da Programação da Oferta (ICPO)

- É a medida do total de viagens que foram cumpridas dentro do horário estabelecido, descontando o Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque de 15 minutos. Se uma determinada Linha possui a programação de ofertar 10 horários em um dia e, ao final de um dia, 2 ônibus saíram atrasados, ou seja, além do horário estabelecido de partida e um outro teve que ser trocado esse índice será $1 - (3 / 10)$ para essa linha em um dia. Fazendo o mesmo procedimento para todas as linhas, o somatório resultará em um índice diário de cumprimento do horário de viagens.

O índice mede a eficiência, em termos de aprestamento e emprego do veículo para a prestação do serviço, e a eficácia no cumprimento do horário de partida da viagem. Maior eficiência significa ter condições de realizar o serviço e maior eficácia significa ter condições de cumprir o horário. Quanto mais próximo de 1 maior é a efetividade no gerenciamento dos horários.

$$\text{ICPO} = \frac{\sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^k \text{CPO}_{lh}}{\text{H} \times \text{L}}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas
 $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha
 CPO_{lh} = Cumprimento da Programação para Linha e Horário
 H = total de horários
 L = total de linhas

Índice de Regularidade do Intervalo entre Partidas (IRIP)

- A regularidade do intervalo entre partidas é o emprego adequado dos Tempos de Manutenção do Veículo, Tempo de Manobra para chegar à Plataforma, Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque indicando

que a gerência dos horários ofertados está sendo realizada com eficiência. É a medida da eficiência com que a programação da oferta de viagens é realizada. Embora não pertença às atribuições do Terminal interferir nos processos da gerência e manutenção de veículos dos operadores, deve-se ter atenção especial nesse aspecto para evitar as falhas que comprometam o fornecimento de viagens.

A regularidade da janela de tempo entre as partidas indica a presteza com que o serviço é ofertado. Nessa janela de tempo o Terminal executa tarefas tais como limpeza da plataforma, vistoria das condições de higiene e limpeza, etc. Tomemos como exemplo uma linha com dez horários de partida ofertados com intervalos de 120 minutos (2 horas) entre cada um, considerando os 15 minutos de tolerância do Tempo Médio de Espera do Veículo para Embarque e os atrasos típicos da linha devido a fatores tais como congestionamentos no tráfego. O índice **IRIP** da linha será o somatório dos atrasos **AH** ocorridos em cada horário da linha sobre o total de horários **TH** da linha no dia em minutos. Assim, se o intervalo entre as partidas é de 120 minutos (2 horas), com uma programação de dez partidas diárias e houve 3 atrasos de 10 minutos no dia, então 3×10 divididos pela quantidade total de intervalos em minutos, ou seja, $30 / 1200$ será o IRIP para a linha. Seguindo o mesmo raciocínio, o **IRIP** do Terminal será o somatório dos índices individuais de todas as linhas para um dia. Quanto mais próximo de zero mais eficiente serão as partidas e conseqüentemente mais estáveis serão os intervalos entre partidas, provando a regularidade do serviço.

$$\text{IRIP} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{AH}_l}{\sum_{l=1}^{l=n} \text{TH}_l}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas
 $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha
AH = Atrasos ocorridos em cada horário
TH = Total de horários

Índice de Eficiência do Serviço de Venda de Passagens (IES-VP)

- É a medida de eficiência com que as passagens são vendidas em um determinado período de observação. A venda de passagens pode ser realizada no local, no guichê, como também por agentes de viagens ou eletronicamente

pela Internet. Não são vendidas passagens por telefone ou feitas reservas. O evento de troca ou cancelamento de passagens não é considerado. A eficiência nas vendas significa maior volume de passagens vendidas por unidade de tempo e que o atendimento ao cliente é feito com um mínimo de reclamações. Assim, por exemplo, se em um ciclo de 10 horários de partida de uma linha em um dia são oferecidas 45 passagens por horário referentes à ocupação total de um ônibus, para um horário específico cada passagem será 1/45. Para cada horário a eficiência máxima das vendas será 45/45.

A tabela 15 apresenta um mapa de situação das vendas para 3 tipos de serviço de uma linha com ciclo de 7 horários em um dia totalizando 21 partidas e uma oferta de 798 assentos.

Tabela 15. Exemplo Relação de assentos vendidos por horário em uma linha

Horários h de uma linha	Vendas ônibus 1 (32 lugares)	Vendas ônibus 2 (40 lugares)	Vendas ônibus 3 (42 lugares)	Total por Horário (TA $_h$)	Eficiência das vendas (114 lugares)
1	20	30	30	80	0,7018
2	21	30	27	78	0,6842
3	25	28	35	88	0,7719
4	30	40	29	99	0,8684
5	18	38	40	96	0,8421
6	32	38	31	101	0,886
7	30	35	38	103	0,9035
Σ (TA)	176	239	230	645	5,6579
Média	25,143	34,143	32,857	92,143	0,8083

Para todos os horários a Taxa Mínima de Carregamento teórica será $(1/114) \times (1/7) = 0,00125$, ou seja, pelo menos uma passagem vendida por horário e a Taxa Máxima de Carregamento teórica será $(114/114) \times (7/7) = 1$, representando o total de 798 passagens vendidas. Esse índice permite ao Gestor acompanhar a evolução das vendas e controlar a distribuição de viagens nas épocas em que a demanda de passageiros for maior que a oferta de assentos.

A eficiência será de 100% se todos os assentos forem vendidos para todos os

horários de um dia, logo esse índice quanto mais próximo de 100 mais demonstrará a eficiência da venda das passagens.

$$\text{IES-VP} = \frac{\text{TA}_h}{\text{TH} \times \text{TA}}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TA_h = Total de Assentos em um horário
 TA = Total de Assentos
 TH = Total de Horários

Índice de Desistência de Viagem por Horário (IDVH)

- É a quantidade de bilhetes de um horário retornados divididos pelo somatório de todos os bilhetes vendidos naquele horário. Estão incluídas nesses casos a troca de horário e a substituição de uma linha por outra. A relação para esse índice será definida como:

$$\text{IDVH} = \frac{\text{TB}_h}{\text{TR}_h}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TB_h = Total de Vendidos em um horário
 TR_h = Total de Retornados em um horário

5.3.5 Geração de Viagens (GG)

A movimentação de pessoas e veículos nas dependências do terminal e as estatísticas sobre as viagens geradas, ou consumidas, em diferentes situações são aspectos relevantes na avaliação de desempenho dos terminais. De nada seria útil avaliar operadores, administração e comportamento do usuário se não forem computadas as viagens realizadas. Assim, os índices abaixo permitirão avaliar a dinâmica da utilização do terminal na geração de viagens em diferentes situações:

Índice de Linhas Ofertadas por Horário (ILOH)

- É o total de linhas em um horário $h = 1$, TL_h , dividido pelo produto entre o total de todos os horários TH com o total de todas as linhas TL ofertadas pelo Terminal.

$$\text{ILOH} = \frac{\text{TL}_h}{\text{TH} \times \text{TL}}$$

onde: $h = 1, \dots, \text{TH}$ e TH é o total de horários
 TH = Total de Horários
 TL = Total de linhas

Índice de Linhas Ofertadas por Empresa (ILOE)

- É razão entre a quantidade de linhas ofertadas por uma empresa, dividido pelo total de linhas ofertadas por todas as empresas.

$$\text{ILOE} = \frac{\text{LOE}_{ll}}{\text{L}}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas
 $o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores,

$$\text{com } \text{L} = \sum_{\substack{o=1 \\ l=1 \\ o=k \\ l=n}} \text{LOE}_{lo} = \text{total de linhas para todos os operadores}$$

Índice de Horários Ofertados por Empresa (IHOE)

- É a razão entre o somatório da quantidade de horários ofertados por uma operadora para todas as linhas, dividido pelo total de horários ofertados por todas as empresas.

$$\text{IHOE} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{HOE}_l}{\text{H} \times \text{L}}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas
 $h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha
 H = total de horários ofertados
 L = total de linhas ofertadas por todos os operadores

Índice de Viagens Realizadas por Empresa (IVRE)

- É o total de viagens efetivamente realizadas em uma determinada linha de um operador, dividido pelo total de viagens realizadas em todas as linhas ofertadas por todos os operadores. Essas viagens devem ser realizadas sem atrasos ou interrupções, ou seja, sem ocorrências notáveis. Como cada viagem corresponde a um horário, esse índice medirá a variação do cumprimento do horário em relação ao total de horários em todas as linhas ofertadas.

$$\text{IVRE} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{LOE}_{ll}}{\text{L}}$$

onde: $l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas
 $o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores

$$\text{com } \text{L} = \sum_{\substack{o=1 \\ l=1 \\ o=k \\ l=n}} \text{LOE}_{lo} = \text{total de linhas para todos os operadores}$$

5.3.6 Índice Geral de Desempenho do Terminal (IGDT)

O IGDT é um valor resultante da combinação dos índices, agrupados e classificados por categoria funcional, e ponderados em função da sua importância relativa no conjunto das 5 categorias.

A metodologia para realizar a conjugação de vários indicadores de desempenho em um índice único consistiu em:

- 1) pesquisar os critérios de operação da gestão de um Terminal Rodoviário de Passageiros no contexto do sistema rodoviário de transporte público de passageiros e,
- 2) criar um método de ponderação de forma a considerar a contribuição relativa de cada grupo de índices envolvidos.

A conjugação de várias medidas de desempenho em um índice único é prática comum em sistemas de avaliação, como visto no trabalho sobre o Índice de Qualidade do Transporte - IQT da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo - EMTU/SP, que é uma conjugação de vários índices parciais sem ponderação (PEREIRA *at al.*, 2005). Conforme Mendoza e Lebas, com respeito à construção de índices, a representatividade do índice único depende da profundidade da investigação sobre os critérios utilizados nas operações e rotinas da gestão, que para isso devem estar bem caracterizadas (LEBAS, 1995) (MENDOZA *at al.*, 1999).

A análise dos critérios para construção do IGDT foi feita utilizando tanto os dados de pesquisa de campo como da bibliográfica, o que fez com que os terminais rodoviários intermunicipais ficassem caracterizados. Segundo Portugal e Goldner, trata-se de empreendimentos que são Pólos Geradores de Viagens e de Tráfego (PORTUGAL, 2003). Entretanto, como se depreende dos trabalhos de Mesquita e de Gouvêa são também Centros de Produção e Gerência de Viagens (MESQUITA, 1981) (GOUVÊA, 1980) na medida em que coordenam e controlam a geração de viagens. A diferença em relação aos outros pólos geradores de viagens, tais como os *shopping centers* ou hospitais, está no fato de um terminal só existir porque existe um sistema de transportes. As atividades produtivas exercidas nestas instalações pelos vários agentes econômicos que ofertam viagens, produtos de consumo imediato e serviços diversos, definem um

Cada categoria é parametrizada com um fator de ponderação f que representa sua importância relativa no conjunto de categorias, ou seja, nos grupos de índices. Esse fator leva em conta a quantidade k de índices de cada grupo, a quantidade n de categorias e a quantidade total de índices \mathbf{TI} . Assim, define-se o conjunto de categorias como sendo $C = \{g_1, \dots, g_n\}$ onde $1 \leq n \leq 5$ grupos e, os subconjuntos de índices para cada grupo pertencente a C como $g_n = \{I_1, \dots, I_k\}$ com $1 \leq k \leq \infty$.

A quantidade total de índices \mathbf{TI} é o resultado da soma das quantidades de índices de cada grupo. Dessa forma, tem-se para o grupo $g_1 = \text{IE}$ a quantidade de índices $k = 3$; grupo $g_2 = \text{GT}$, $k = 4$; $g_3 = \text{GV}$, $k = 4$; $g_4 = \text{GG}$, $k = 4$; e, $g_5 = \text{DR}$, $k = 0$. Portanto, considerando a quantidade $\mathbf{TI} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 = 15$ pode-se saber a contribuição parcial de cada grupo em relação à totalidade de índices fazendo, para cada grupo g do conjunto de categorias, $\mathbf{IE} = 3/15$, $\mathbf{GT} = 4/15$, $\mathbf{GV} = 4/15$, $\mathbf{GG} = 4/15$ e $\mathbf{DR} = 0$. Observa-se também, que a quantidade de categorias é $n = 5$, então $1/5$ é a proporção de cada categoria em relação a esse total.

Como resultado, o valor do fator de ponderação f para cada categoria na fórmula do IGDT será o inverso do produto de $1/5$ pela razão entre a quantidade de índices g de cada grupo individualmente, sobre o total de índices \mathbf{TI} , ou seja, $f_{\mathbf{IE}} = \frac{1}{1/5 \times 3/15} = 25$; $f_{\mathbf{GT}} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; $f_{\mathbf{GV}} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; $f_{\mathbf{GG}} = \frac{1}{1/5 \times 4/15} = 18,7266$; e, $f_{\mathbf{DR}} = 1/5 = 0,2$. O grupo DR (Despesas e Receitas), mesmo não sendo considerado nesta abordagem, conforme visto na tabela 16, participa com seu valor relativo de $1/5$.

O fator de ponderação f é uma medida de proporção, ponderando na composição do IGDT a importância relativa das categorias. A vantagem dessa abordagem é que, na medida em que novas Categorias e Índices forem sendo criados ou abandonados, o IGDT se altera proporcionalmente. Dessa forma, quanto mais fracionar a análise adotando mais critérios e índices, maior será a precisão e melhor a representação do item no conjunto.

Tabela 16. Matriz com fatores de ponderação das Categorias

Categorias	f	Índices
Infra-Estrutura (IE)	25	I ₁ I ₂ I ₃
Gerência do Terminal (GT)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Gerência de Viagens (GV)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Geração de Viagens (GG)	18,7266	I ₁ I ₂ I ₃ I ₄
Despesas e Receitas (DR)	0,2	- -

Considerando a composição do fator f e seus valores, o IGDT pode ser expresso pela seguinte relação:

$$IGDT = f_{IE} \sum_{i=1}^{i=k} IE_i + f_{GT} \sum_{i=1}^{i=k} GT_i + f_{GV} \sum_{i=1}^{i=k} GV_i + f_{GG} \sum_{i=1}^{i=k} GG_i + f_{DR} \sum_{i=1}^{i=k} DR_i$$

Onde cada parcela contém também o somatório dos respectivos valores calculados para os índices. Assim, atribuindo na expressão os pesos encontrados para f obtém-se:

$$IGDT = 25 \sum_{i=1}^{i=k} IE_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GT_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GV_i + 18,7266 \sum_{i=1}^{i=k} GG_i + 0,2 \sum_{i=1}^{i=k} DR_i$$

Com a quantidade de índices variando de 1 a k . Essa expressão permite avaliar um ou mais terminais rodoviários, como apresentado de forma genérica na tabela 17.

Tabela 17. Avaliação de Desempenho α de k Terminais T e n Índices I por Categoria

Terminal Categorias	Índice	T₁	T₂	T₃	...	T_k
Infra-Estrutura (IE)	I₁	$a_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I_n	$a_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Gerência do Terminal (GT)	I₁	$a_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I_n	$a_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Gerência de Viagens (GV)	I₁	$a_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I_n	$a_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Geração de Viagens (GG)	I₁	$a_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I_n	$a_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
Despesas e Receitas (DR)	I₁	$a_{I_1 1}$	$\alpha_{I_1 2}$	$\alpha_{I_1 3}$	...	$\alpha_{I_1 k}$
	I_n	$a_{I_n 1}$	$\alpha_{I_n 2}$	$\alpha_{I_n 3}$	...	$\alpha_{I_n k}$
IGDT	-					

5.4 Considerações Finais

O objetivo do IGDT é estabelecer uma medida científica de comparação entre diferentes instalações e assim possibilitar uma classificação dos terminais em função de suas características operacionais e particularidades sócio-econômicas.

Naturalmente que a mesma metodologia, com pequenas adaptações, pode ser aplicada a terminais de passageiros de outros modos de transportes. Entretanto, o foco aqui é determinar os valores mínimos e máximos para instalações que ofertam viagens intermunicipais no modo rodoviário. Descobrir a relação qualitativa, além das

considerações quantitativas, que os terminais rodoviários intermunicipais guardam entre si.

É possível saber algumas características sócio-econômicas de uma cidade a partir dos terminais rodoviários de passageiros uma vez que a interligação cidade-cidade no modo rodoviário se dá através dessas instalações. Portanto, a importância do IGDT e demais índices é permitir a análise do *status quo* da mobilidade rodoviária entre as cidades e regiões, e daí melhorar o conhecimento sobre suas reais situações de desenvolvimento.

6.0 O Modelo de Simulação SIMTERP

Segundo ORTÚZAR e WILLUMSEN (1990) modelos podem ser subdivididos em duas categorias principais:

- 1) modelos físicos - aplicados, normalmente em escala reduzida, quando o processo a estudar é particularmente complexo e impossibilita a sua compreensão apenas com base em considerações teóricas; e,
- 2) modelos teóricos – aplicados em situações onde o que importa é a compreensão do contexto do processo e de sua estrutura. Podem ser do tipo narrativo (expressos por palavras), gráfico (desenhos, diagramas) ou matemático.

Os primeiros são os mais utilizados. Da segunda categoria, são os modelos matemáticos que mais interessam para o campo da investigação científica. E dentro desta subdivisão, é possível classificar os modelos considerando o critério da forma como foram desenvolvidos ou em função dos tipos de soluções que são perseguidas. O primeiro critério estabelece a fronteira entre os modelos teóricos, deduzidos exclusivamente com base em princípios matemáticos e/ou físicos, e os modelos empíricos, deduzidos com base em observações e/ou experiências. O segundo critério separa os modelos matemáticos puros, que permitem determinar soluções ótimas, e as heurísticas ou métodos aproximados que, baseados em raciocínios empíricos e mesmo na intuição, permitem a obtenção de boas soluções para os problemas, com custos computacionais aceitáveis (ORTÚZAR e WILLUMSEN, 1990).

6.1 Validade e aplicabilidade de modelos

Um modelo deveria ser completo, capaz de representar um processo real com o mesmo grau de precisão com que é possível medir as variáveis desse processo. Mas, depreende-se da própria definição de modelo que é impossível o desenvolvimento de modelos completos. Desta forma, resta o problema de definir o grau de proximidade entre o modelo e o processo real, ou seja, de estabelecer o grau de precisão aceitável ou desejável do modelo. Saber esse grau é crucial, uma vez que o custo de desenvolvimento de um modelo cresce rapidamente quando se exigem altos níveis de confiança. (ver a Figura 8)

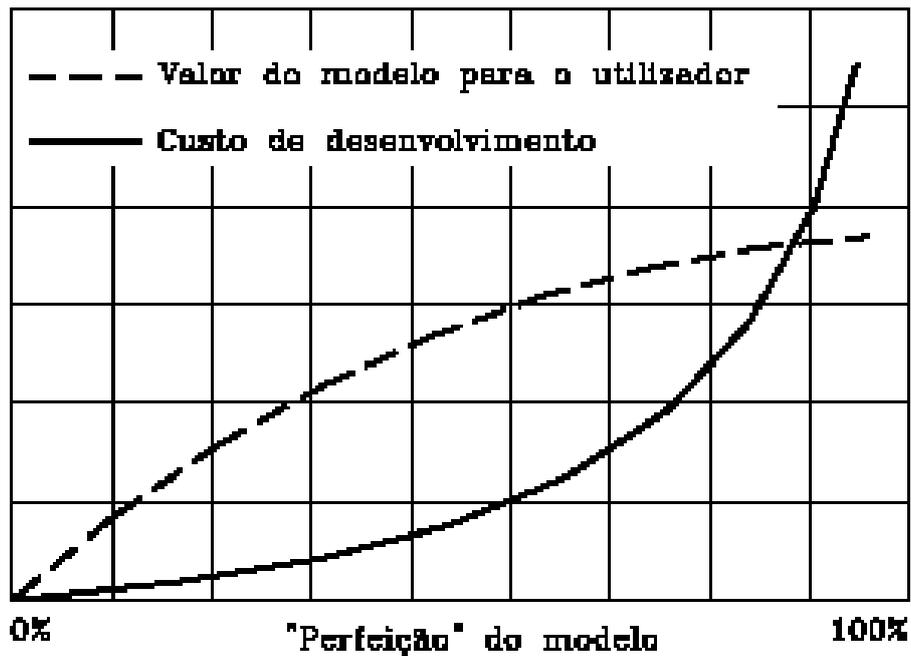


Figura 8. Relação entre o custo de desenvolvimento e o valor de um modelo para o utilizador (adaptado de SARGENT, 2000)

Um aspecto importante no processo de análise de um problema é o de se adaptar a complexidade do modelo ao uso pretendido, de modo que seja estabelecido um compromisso entre o custo de desenvolvimento, o grau de confiança no modelo e o valor do modelo para o utilizador.

O desenvolvimento e a validação de um modelo são processos interligados. SARGENT (2000) propõe a estrutura esquematizada na Figura 9, onde é sugerido um processo de validação que acompanha as diversas fases de desenvolvimento do modelo. O modelo conceitual é a representação matemática do sistema real em estudo; o modelo computadorizado é o modelo conceitual implementado em computador. O modelo conceitual é desenvolvido através de uma fase de análise e modelagem, o modelo computadorizado é desenvolvido por meio de fases podendo ser uma fase de programação, outra de implementação e uma fase de inferências sobre o sistema real, todas obtidas através de experiências realizadas sobre o modelo computadorizado na fase de experimentação.

A cada uma destas fases está associado um processo de validação. A validação do modelo conceitual assegura que as teorias subjacentes a esse modelo conceitual estejam corretas e que a representação do sistema real é razoável para o uso pretendido do

modelo. Isto implica que um número de indivíduos qualificados reveja cuidadosamente a lógica do modelo e a sua compatibilidade com os fundamentos teóricos que lhe são subjacentes (BALCI, 1998)(SARGENT, 2000).

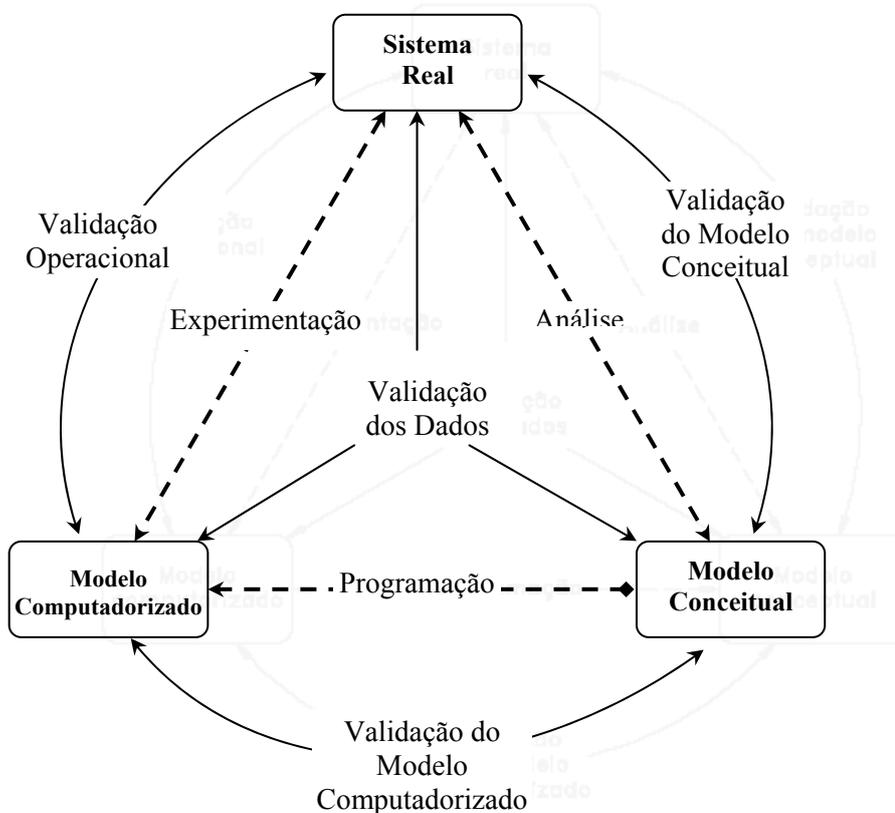


Figura 9. Processo genérico de desenvolvimento e validação de um modelo (SARGENT, 2000)

A validação do modelo computadorizado, segundo FAIRLEY (1976), assegura que a programação e a implementação do modelo conceitual foram feitos corretamente. Esta é uma fase seguida pelo autor de um *software*, que apenas garante a não existência de erros na transição. Uma verificação rigorosa deve ser feita utilizando dois tipos de testes: estáticos e dinâmicos. Os testes estáticos consistem nas avaliações passo a passo dos algoritmos utilizados no programa de computador. Os testes dinâmicos executam o programa sob diferentes condições e valores e os resultados obtidos são utilizados para determinar se a programação foi bem feita.

Ainda segundo SARGENT (2000) a *validação operacional* garante que os resultados do modelo se constituam numa representação adequada do sistema real dentro do domínio da aplicabilidade. Uma comparação precisa entre os dois sistemas deve ser feita

utilizando uma representação gráfica dos resultados esperados e os reais, intervalos de confiança aceitáveis na realidade prática e testes de hipóteses.

O objetivo da validação é determinar o quanto o modelo conceitual é uma representação adequada do sistema idealizado que está sendo modelado. Perguntas tais como: “Com qual precisão o modelo simulado representa o sistema idealizado?”, “O modelo simulado pode ser utilizado no lugar do sistema idealizado para tomada de decisões?”, devem ser respondidas.

Um modelo de simulação deve ser desenvolvido com um objetivo específico. Assim, um modelo validado para um propósito específico pode não ser válido para outro propósito.

A validação de um modelo de simulação é realizada considerando um conjunto específico de critérios utilizados para a tomada de decisões. LAW e KELTON (1982) recomendam uma abordagem de três passos para a validação de um modelo de simulação:

- a) Desenvolver um modelo com alta aparência de validade (“*face validity*”);
- b) Validar empiricamente as suposições do modelo de simulação;
- c) Validar os resultados do modelo.

O objetivo no primeiro passo de validação é desenvolver um modelo com alta aparência de validade (“*face validity*”) que, aparentemente, pareça razoável às pessoas que possuem conhecimento do sistema em estudo e/ou dos usuários finais do modelo. Neste primeiro passo de validação o desenvolvedor, ou a equipe de desenvolvedores precisa fazer uso da informação existente sobre o sistema, as teorias existentes, o conhecimento geral, as observações do sistema.

O segundo passo de validação é para testar quantitativamente as suposições ou hipóteses feitas durante os estágios iniciais de desenvolvimento do modelo de simulação.

O terceiro passo da validação objetiva é determinar a representatividade dos resultados da simulação. Muito embora não possamos assegurar que o modelo do sistema proposto seja válido, fazendo comparações ganhamos confiança nos resultados. Definitivamente

o teste de validade de um modelo de simulação deve estabelecer que os dados resultantes do modelo de simulação se assemelham aos dados que seriam esperados do sistema real.

Portanto, o objetivo da validação é determinar o quanto o modelo conceitual é uma representação razoável do sistema real que está sendo modelado (LAW e KELTON, 1982). Pretende-se assim determinar o quanto o modelo conceitual de simulação, e não somente o programa de computador, é uma representação precisa do sistema em estudo.

6.2 Objetivo do Simulador

O SIMTERP produz um conjunto de dados que servirá para auxiliar na avaliação de desempenho da gestão do Terminal, ou Centro Rodoviário de Passageiros, considerando o uso das suas facilidades oferecidas aos usuários e a análise do desempenho da geração das viagens intermunicipais.

O objetivo de utilizar os dados gerados pelo simulador é subsidiar o cálculo dos índices de um Modelo de Avaliação de Desempenho de Terminais Rodoviários Intermunicipais de Passageiros. Dessa forma, não pretende substituir os dados de campo, mas sim fornecer uma amostra de várias medidas de interesse que permita analisar ao longo do tempo o comportamento dos índices para cada situação específica predefinida (cenário).

Os índices de desempenho que serão analisados são calculados utilizando-se das variáveis de resposta que o modelo de simulação deverá fornecer. Esses índices são subdivididos em cinco classes como descrito no Capítulo 5.0 Modelagem dos Indicadores e Índices de Desempenho e Qualidade.

6.3 Características do Modelo

O SIMTERP é um Modelo de Simulação probabilístico, isto é contém uma ou mais variáveis aleatórias que serão representadas através de amostras. Além disso, o modelo é dinâmico uma vez que seu comportamento se altera ao longo do tempo. Para isso, uma variável denominada “Relógio da Simulação” foi adotada, com a função de controlar o avanço do tempo cuja unidade básica está em minutos. A esse respeito convém salientar

que o modelo é de simulação discreta com tempo contínuo, isto é a passagem do tempo é vista como se fosse realmente contínua, mas dentro de intervalos pré-definidos.

A seleção dos valores amostrais dos indicadores de desempenho é determinística e intencional, uma vez que conhecemos o comportamento de alguns parâmetros desses indicadores, mas a distribuição de frequências é desconhecida e aleatória proporcionada pela ausência de ordem na seqüência de ocorrência dos eventos. Os números aleatórios utilizados pelos algoritmos do Modelo funcionam como filtros na escolha de quando ocorre um evento, quais eventos ocorreram e de quanto será a variação dos valores amostrais.

Utilizando o relógio da simulação, pode-se definir a execução da simulação em termos de corrida. Assim, uma corrida a intervalos fixos de tempo gerará uma estimativa para cada parâmetro em estudo sendo calculadas suas médias e desvios-padrão. Portanto, cada parâmetro possuirá uma única amostra de tamanho proporcional à corrida e, uma vez ocorrendo outras corridas de igual duração, teremos uma amostragem de variáveis de resposta aptas a comporem os índices de desempenho do Terminal.

Cada corrida corresponde a um dia de simulação com um total de 1440 minutos, isto é 24 horas vezes 60 minutos. Dentro desse intervalo inúmeros eventos acontecem ficando registrado o momento em que ocorreram. A quantidade de dias também pode ser configurada, permitindo variar a amostra gerada para diferentes quantidades e épocas do ano. O SIMTERP possui a facilidade adicional de poder repetir toda a simulação configurada quantas vezes se desejar, aumentando assim a confiabilidade dos dados gerados.

As variáveis de entrada estão relacionadas à utilização das funcionalidades do Terminal, ou seja, as dependências e os espaços utilizados pelos pedestres e, aos dados de oferta de serviços e demanda por viagens em diferentes épocas do ano. Os serviços considerados no SIMTERP se constituem nas viagens ofertadas pelo Terminal e realizadas pelos operadores em linhas e horários específicos. A demanda é o somatório de embarques para todas as linhas e horários configurados em um cenário.

A faixa de variabilidade dos valores de entrada é definida antes de cada corrida. De fato, cada definição é uma hipótese que desejamos testar. O conjunto dessas definições fica armazenado em Banco de Dados e se constitui na configuração de um cenário de avaliação. Dessa forma, vários cenários podem ser armazenados, mas somente um pode ser simulado por vez.

As variáveis de resposta são os valores dos parâmetros ou dos indicadores que queremos estudar, os quais terão seus valores médios e seus desvios calculados para n corridas. Os parâmetros ou indicadores assim estimados servirão para calcular os índices de desempenho. O SIMTERP produz relatórios de acompanhamento por tempo ou por evento com todas as informações da corrida para a análise dos dados gerados e conferência dos índices calculados.

6.4 Estrutura do Modelo

A figura 10 apresenta os principais componentes do SIMTERP em diagrama de blocos. O mecanismo de retro-alimentação do sistema utiliza um Banco de Dados como repositório dos valores encontrados em cada simulação permitindo fazer futuras comparações e ajustes nos parâmetros.

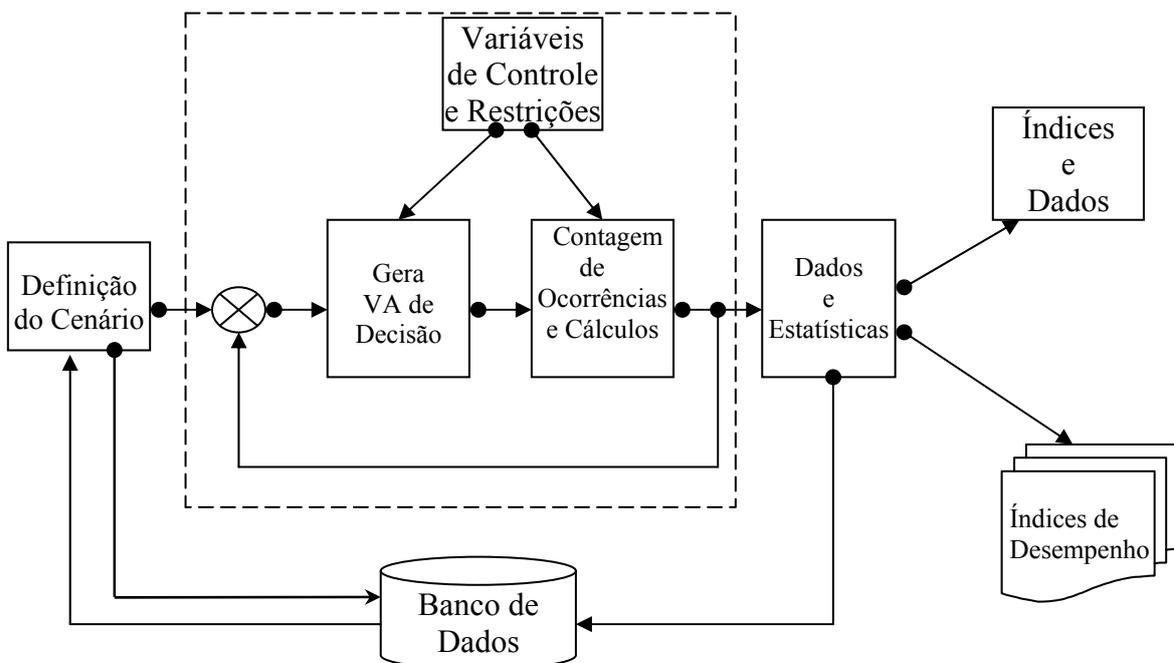


Figura 10. Modelo de Simulação SIMTERP (FONTE: Adaptação do autor)

O Modelo calcula a média e o desvio-padrão, os valores esperados e as respectivas variâncias dos dados gerados no período simulado segmentando-os por dependência visitada e tipo de evento. Todas as dependências do Terminal tendem a formarem filas e, mesmo sendo o tipo de evento a frequência de pedestres circulando ou embarcando, ainda assim o tratamento é estocástico e considerado como filas de eventos.

Cada passo t do Relógio da corrida pode gerar um evento em função dos valores assumidos por uma variável aleatória de decisão \mathbf{VA} , criada para esse fim. Esses eventos e_{ij} possuem valores discretos onde $i = 1, \dots, t$ e $j = 1, \dots, k$ com $k \geq 1$ sendo os possíveis tipos de eventos independentes entre si. Cada tipo de evento pode criar filas nas funcionalidades do terminal e está associado a uma taxa λ_k de ocorrência previamente definida. A fila de eventos é o conjunto $\mathbf{E} = \{ e_{i1}(t), e_{i2}(t), \dots, e_{ij}(t) \}$ dos eventos que ocorrem no tempo t do Relógio da simulação até o final de uma corrida. Dessa forma, se o evento e_{ij} ocorre n vezes com $1 \leq n \leq t$, então para cada intervalo Δt entre os tempos de uma corrida teremos uma ocorrência média $M = \frac{\lambda_k}{\Delta t}$. Por exemplo, seja $j = 1$ e $k = 1$ o tipo de evento, e_{i1} = “pedestres entrando no terminal” o evento a ser observado, \mathbf{VA}_{ij} a variável aleatória de decisão, $0 < \mathbf{VA}_{ij} \leq \theta$ e $0 < \theta < 1$ um número aleatório gerado em t , com tempo total da corrida de simulação $T = 41$ minutos, i e t variando de 1 a 41 minutos, e $\lambda_k = 2$ pedestres entrando / minuto. Na tabela 18 abaixo se encontra a representação dessa corrida:

Tabela 18. Simulação de e_{il} = “pedestres entrando no terminal” e taxa λ_k em 41 minutos

Seqüência de Ocorrência	Relógio em minutos (t)	Intervalo Δt	Média no Intervalo ($\lambda_k / \Delta t$)	Ocorrência do Evento e_{il} e $\lambda_k = 2$ em ($i = t$)
-	1	-	-	-
1	2	1	2	2
2	3	1	2	2
-	4	-	-	-
3	5	2	1	2
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
4	8	3	0,667	2
--	--	--	--	--
5	18	10	0,2	2
--	--	--	--	--
6	22	4	0,5	2
--	--	--	--	--
7	35	13	0,154	2
--	--	--	--	--
8	41	6	0,334	2
			6,855	

Portanto, temos que em 41 minutos ocorreram 8 eventos cada um a intervalos diferentes e entraram 16 pedestres com uma taxa de chegada λ predefinida de 2 pedestres / minuto.

A figura 11 ilustra a reta de tempo da corrida com os intervalos entre os eventos e as respectivas ocorrências.

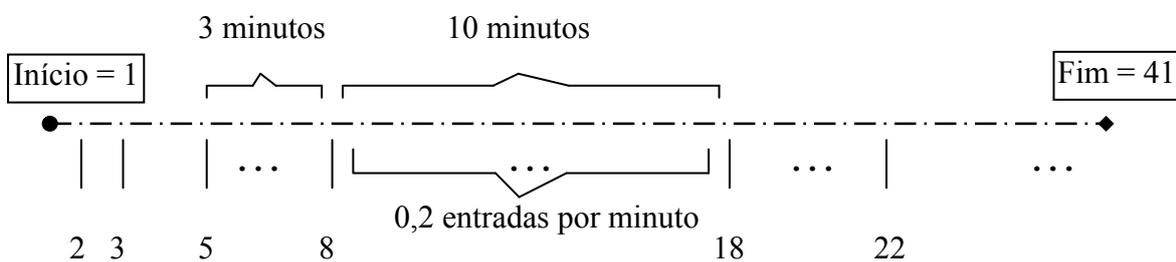


Figura 11. Entrada de pedestres com taxa λ em uma corrida

O gráfico 5 mostra a representação dos dados gerados na corrida em função do tempo. Essa amostra e o total de pedestres que entraram no período serão armazenados e novas corridas deverão ser realizadas para assim formarem um conjunto de dados amostrais.

Desse conjunto médias e desvios-padrão serão calculados e comparados com os dados de campo para validação.

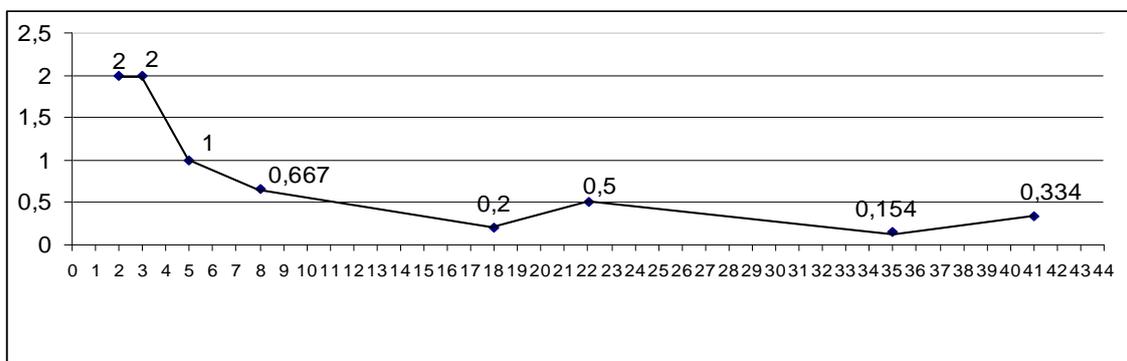


Gráfico 5. Simulação da entrada de pedestres com taxa λ_k e corrida de 41 minutos

6.5 Assunções do Modelo

O dimensionamento da capacidade de atendimento, ou de saturação, das dependências e os parâmetros dos eventos do Terminal podem ser predefinidos no SIMTERP. Isso permite uma flexibilidade na definição dos valores de cada componente de um cenário.

A tabela 19 mostra a definição dos valores mínimos e máximos de contagem para as dependências e eventos relacionados. A tabela 20 apresenta as variáveis aleatórias de decisão e os valores assumidos para observação e a tabela 21 os demais dados considerados na definição de um cenário do Modelo.

Tabela 19 - Definição dos parâmetros para as dependências e eventos relacionados

Dependência	Definição do Evento	Faixa de valores
Portas de entrada-saída	pedestres que entram e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6
Banheiros	pedestres que entram e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador < 5
Guichês de venda de passagens	Atendimento por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 4
Guichês de venda de passagens	pedestres que chegam e deixam por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6
Plataformas de embarque – Desembarque	ônibus que chegam e partem por linha e horário	Contador ≥ 1 Contador \leq linha x horário
Plataformas de embarque – Desembarque	pedestres que embarcam e desembarcam por ônibus, linha e horário	Contador ≥ 1 Contador \leq Capacidade dos ônibus
Praça de alimentação / Lanchonete	pedestres que chegam e saem por minuto	Contador ≥ 1 Contador ≤ 6

Para cada evento uma variável aleatória VA gerada pelo SIMTERP será utilizada na tomada de decisão se esse evento deverá ocorrer ou não. Os valores médios assumidos em percentuais estão relacionados às observações de campo da frequência de pedestres no Terminal.

Tabela 20 - Definição das variáveis aleatórias e os eventos relacionados

Evento observado	Localização do evento	Faixa de valores	Assunção
pedestres que entram e saem por minuto de dia	Terminal	V.A. > 0 e V.A. < 0.71234	71,24%
pedestres que entram e saem por minuto de noite	Terminal	DiaNoite > 0.81234	81,24%
1/5 dos pedestres que entram no terminal vão ao banheiro	Banheiros	UmValorBan = V.A. / 5 UmValorBan > 0 e UmValorBan < 0.312345	1/5 x VA e 31,24 %
Pedestres saem banheiros	Banheiros	UmValorBan > 0.5123456	
pedestres que chegam ao guichê	Guichês de venda de passagens	UmValorGuiche > 0 e UmValorGuiche < 0.91234	91,24 %
pedestres embarcam	Plataformas de embarque – Desembarque	UmValor > 0.48533	49 %

Obs: V.A. = Variável Aleatória de Decisão

Tabela 21 - Definição dos demais parâmetros do cenário de simulação

Parâmetro	Definição	Faixa de valores
Quantidade de Dias	quantidade de dias em minutos	1 até 1440 x n
Terminal	Número de pedestres que chegam por minuto	λ
Terminal	Número de pedestres que saem por minuto	λ
Banheiros	quantidade de sanitários	2 até n
Banheiros	Número de pedestres que entram e saem por minuto	1 até quantidade de sanitários x 1,3
Banheiros	Tempo médio de permanência	μ
Guichês de venda de passagens	quantidade de guichês e operadores	2 até n 3 até n
Guichês de venda de passagens	quantidade de linhas e horários	2 até n 2 até n
Guichês de venda de passagens	Número de atendentes	1 até n
Guichês de venda de passagens	tempo de atendimento ao pedestre	μ
Guichês de venda de passagens	Número de pedestres que chegam e deixam por minuto	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de operadores	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de plataformas por tipo	2 até n 1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de linhas e horários	2 até n 1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade média de assentos nos ônibus	1 até n
Plataformas de embarque – Desembarque	quantidade de ônibus que chegam e partem por linha e horário	1 até n = linha x horários
Plataformas de embarque – Desembarque	Número de pedestres que embarcam e desembarcam por linha e horário	1 até n

6.5.1 Tratamento das filas nas Dependências do Terminal

Guichês, lojas, banheiros, telefones públicos, acesso às portas de entrada e saída, plataformas e ônibus, e todas as demais funcionalidades e pontos de acesso dentro de um Terminal são propensos a formarem filas.

As filas ocorrem com regularidade, mesmo considerando a natureza sazonal da demanda por viagens e os períodos típicos de pico. A formação das filas pode ocorrer entre as chegadas dos passageiros e os tempos de execução do serviço nas funcionalidades em intervalos de tempo exponencialmente distribuídos, considerando

que as recusas ou desistências de quem está na fila sejam desprezíveis. Assim, as duas formas mais simples da Teoria das Filas para modelar o sistema de atendimento nas funcionalidades de um Terminal, tais como banheiros ou guichês, são (utilizando a notação de Kendall):

a) um modelo $M/M/m$ com fila única e disciplina de atendimento PEPS, Primeiro a Entrar-Primeiro a Sair (ou *FCFS-First Come, First Served*), onde m é o número de Atendentes com tempos de atendimento distintos. Considera-se que 1 cliente por unidade de tempo chega em média ao Terminal, e que os m atendentes dos guichês em paralelo sejam iguais, cada um com capacidade média de m clientes por unidade de tempo (figura 12.a); ou,

b) Em modelos $M/M/1$ paralelos e independentes, cada um com disciplina de atendimento PEPS (ou *FCFS-First Come, First Served*). Considera-se que $1/m$ clientes por unidade de tempo chegam em média em cada atendente no guichê, e que cada um dos m atendentes tenha a capacidade de “servir” em um tempo t (figura 12.b).

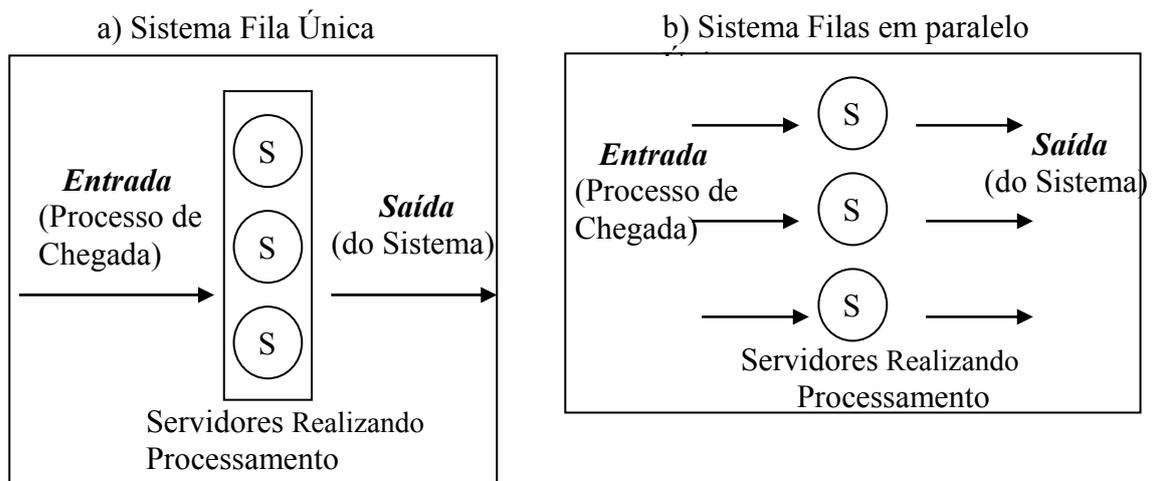


Figura 12. (a) Sistema de fila única (modelo $M/M/m$) e (b) Sistema de filas paralelas e independentes (modelo $M/M/1$)

Em ambos os modelos (a) e (b) as hipóteses podem comprometer suas aplicações no sistema em estudo. Por exemplo, o modelo (a) admite que o sistema se comporte aproximadamente como um sistema de fila única, enquanto que, na prática, as filas se formam na frente de cada Guichê. Por outro lado, o modelo (b) admite que o sistema se comporta aproximadamente como m sistemas de filas independentes, ou seja, o modelo supõe que, uma vez que um passageiro tenha entrado em uma das filas, ele não troque mais de fila. O que se observa na prática é que em terminais com menos opções de

linhas, horários e operadores, a troca de filas ocorre com menos freqüência, uma vez que o cliente já sabe qual o seu destino e na maioria das vezes não existem operadoras oferecendo viagens para a mesma linha. Note que os modelos (a) e (b) não consideram que os passageiros podem desistir de comprar, se as filas estiverem muito grandes. Isto porque ele só possui aquela opção de comprar o bilhete para o destino escolhido.

Os processos M/M/1 e M/M/m são chamados de modelos de processos estocásticos. São modelos probabilísticos de um sistema que envolve aleatoriedade nas medidas de tempo e espaço. A grande vantagem desses dois modelos (a) e (b) é que existe uma extensa literatura abordando sua análise. É natural adotá-los no estudo das filas nas dependências do terminal devido à natureza sazonal da demanda por viagens rodoviárias considerando, entretanto, que as limitações de linhas e horários são constantes.

Formalmente um processo estocástico é uma coleção de variáveis aleatórias $\{X(t), t \in T\}$ todas pertencentes a um espaço amostral probabilístico comum. A variável $X(t)$ é o estado em que se encontra X em um momento t , enquanto t é um índice que é membro do conjunto $\{T\} \geq 0$. Por exemplo, se for adotada a variável aleatória $X =$ “passageiros chegando aos banheiros” para cada instante de tempo t , então $X(t = 1)$ representa a ocorrência de passageiros chegando no instante $t = 1$, $X(t = 2)$ o mesmo ocorrendo no instante $t = 2$, assim por diante. O número de passageiros que chegam exatamente em um determinado instante t é aleatório assim como também em qual instante de t chegam X passageiros. Em geral admite-se que a seqüência de chegadas seja exponencialmente distribuída em função do tempo.

Diversas medidas de desempenho podem ser computadas admitindo-se que o sistema esteja em equilíbrio, ou seja, que sob determinadas condições pode-se ter resultados previsíveis. Medidas tais como a utilização média dos Guichês, o número médio de clientes no sistema Terminal, o tamanho e o tempo médio de espera nas filas, tanto formadas nos Guichês como nas plataformas, ou mesmo nos banheiros, podem ser obtidas com precisão maior.

Para o processamento das filas nos guichês (vide figura 12.b), assume-se que os tempos de chegada ao terminal e aos guichês são um processo de Poisson e que variam dependendo dos horários de pico, do dia do mês e dos dias excepcionais em que ocorrem datas festivas ou feriados enforcados.

O tempo de atendimento nos guichês, a taxa de atendimento ou de saída dos pedestres, é exponencialmente distribuída com média variando segundo os mesmos critérios de λ .

Quando o estado do sistema muda em decorrência dos critérios de λ , uma nova distribuição exponencial ocorre satisfazendo a propriedade de não armazenamento de Markov.

Da mesma forma que o terminal, os guichês formam um sistema com modelo de chegada de Poisson, com s atendentes e t tempos de atendimento exponenciais independentes, identicamente distribuídos (os quais dependem do estado do sistema); capacidade infinita e uma fila com disciplina do tipo FIFO (PEPS - primeiro a chegar, primeiro a sair). Sendo um sistema M/M/s com um modelo de chegada independente do estado temos que a n ésima taxa de chegada será $\lambda_n = \lambda$ para todo o estado n . O tempo de atendimento para cada atendente é independente do estado n do sistema, mas o número de atendentes que estão servindo depende do número de pedestres nos guichês. Por outro lado, o tempo efetivo que o sistema gasta para processar os pedestres dentro do espaço reservado para os guichês é dependente do estado. Se $\frac{1}{\mu}$ é o tempo médio de atendimento para um atendente servir a um passageiro no guichê, então a taxa média de atendimentos completados para n passageiros que existirem no sistema é:

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & (n = 0, 1, \dots, s) \\ s\mu & (n = s + 1, s + 2, \dots) \end{cases} \quad (3)$$

A condição para haver estado estacionário é:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} < 1 \quad (4)$$

Ou seja, o estado estacionário ocorrerá se a razão entre a taxa de chegada e o produto do número de passageiros pela taxa de atendimento for menor que 1. Caso contrário,

haverá fila. E a probabilidade para que ocorra estado estacionário no *enésimo* estado é dada pela relação:

$$\rho_n = \frac{\lambda_{n-1} \lambda_{n-2} \dots \lambda_0}{\mu_n \mu_{n-1} \dots \mu_1} \times \rho_0 \quad (5)$$

Considerando que as fórmulas de Little (Bronson, 1985) são válidas a uma taxa média

de chegada $\bar{\lambda}$, fornecida pela relação $\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n \rho_n$, pode-se assim aplicar essa média

nas fórmulas do número médio de pedestres nos guichês e comprimento médio da fila, respectivamente L e L_q , da seguinte forma:

$$L = \bar{\lambda} \bar{W} \quad \text{e} \quad L_q = \bar{W}_q \quad \text{onde } \bar{W} \text{ é o número de passageiros e } \bar{W}_q \text{ o}$$

comprimento médio da fila em número de passageiros.

6.5.2 Características do Software SIMTERP

A interface com o usuário utiliza o padrão gráfico do sistema operacional Microsoft Windows. Através da navegação por menus e janelas o usuário pode definir um cenário, entrar com os dados, executar a simulação, consultar e emitir relatórios das corridas inclusive das realizadas anteriormente.

Todo tratamento de dados e variáveis é realizado através de vetores. Isso agiliza o processamento, uma vez que os cálculos e o armazenamento dos resultados ficam em memória dinâmica. Após completar uma corrida, ou um conjunto de corridas, a definição de um cenário, os dados gerados e os resultados são gravados no Banco de Dados. Dessa forma podem ser recuperados para nova avaliação. O banco de dados utilizado é o ACCESS da Microsoft por ser amplamente utilizado, ser relacional e permitir a programação de consultas utilizando a linguagem SQL.

A linguagem de programação utilizada para implementar o modelo SIMTERP é o Visual Basic da Microsoft de versão 8.0. A flexibilidade dessa linguagem está na sua estrutura Orientada-a-Objetos e Orientada-a-Eventos, na forma de definir as variáveis, na facilidade de tratamento de vetores e na interface padronizada para utilização do sistema de banco de dados. Através de seu algoritmo padrão de geração de números

aleatórios, as variáveis aleatórias de decisão puderam ser geradas. Esse algoritmo chamado Gerador Linear Congruencial é um dos mais utilizados para a geração de números aleatórios devido à relativa simplicidade de programação de sua fórmula:

$$I_k = (aI_{k-1} + c) \bmod m \quad (6)$$

Onde os valores **a**, **c** e **m** são constantes pré-selecionadas. A constante **a** é conhecida como multiplicador, **c** é o incremento, **m** é o módulo e I_{k-1} é o número inicial da seqüência (conhecida como semente). A escolha dos valores dessas constantes condiciona a qualidade do Gerador. Um bom gerador deve ter os períodos de geração dos números muito longos para garantir a aleatoriedade, ou seja, o tempo para que ele repita novamente a seqüência gerada deve ser tão longo quanto possível. Na fórmula isso é conseguido pelo parâmetro **m**. Isso significa que números aleatórios de 16 bits gerados por esse método possuem no máximo um período de 65.536, ou 2^{16} , que para propósitos científicos não é recomendado (L'ECUYER, 1998).

Por outro lado, pode-se conseguir séries aleatórias se os parâmetros **a**, **c** e **m** forem devidamente calibrados. Por exemplo, a escolha de **a** = 1277, **c** = 0, **m** = 131072 parece gerar números aleatórios consistentes, porém olhando as partes assinaladas no gráfico da figura 13 de dispersão para 2000 pares de valores gerados por esse gerador, constatam-se umas bandas lineares (assinaladas por círculos) surgindo revelando a tendência previsível de algumas seqüências.

A escolha de **a** = 16807, **c** = 0, **m** = 2147483647 é um bom conjunto de parâmetros para esse gerador e foi primeiramente publicado por Park e Miller (1988).

Os pesquisadores Law e Kelton (1982) afirmam que todos os métodos de geração de números aleatórios de uma distribuição uniforme no intervalo [0, 1], denotada por $U(0, 1)$, utilizada em simulações através de computadores são na realidade determinísticos. Devido a um ciclo longo de repetição da mesma seqüência de números gerados, assume-se que sejam aleatórios e que pareçam como se fossem variáveis aleatórias.

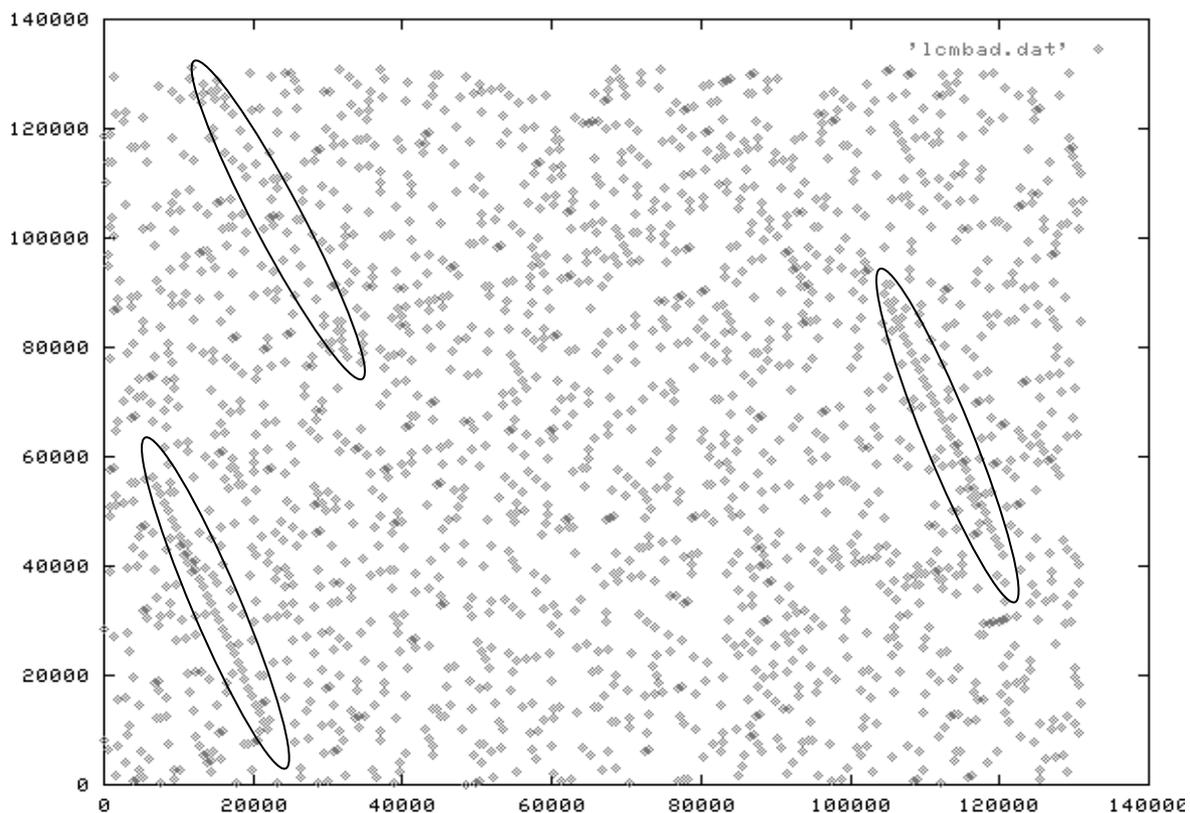


Figura 13. Gráfico de dispersão com as tendências marcadas

6.6 Funcionamento

O SIMTERP modela um terminal utilizando o conceito de cenário. Embora a existam várias definições para cenário, dependendo da aplicação do termo os significados mudam. A definição genérica adotada para cenário é a de uma descrição de algum futuro plausível, para um sistema ou situação sob estudo, e que representa uma das escolhas possíveis de um estado presente até esse futuro. Múltiplos cenários podem ser trabalhados uma vez que existem várias possibilidades de futuros. A figura 14 em representação adaptada demonstra o conceito, com enfoque no estado temporal presente e futuro, onde os cenários aparecem como sendo um processo para se chegar a este estado futuro (GODET, 1993; RATTNER, 1979; NÓBREGA, 2001).

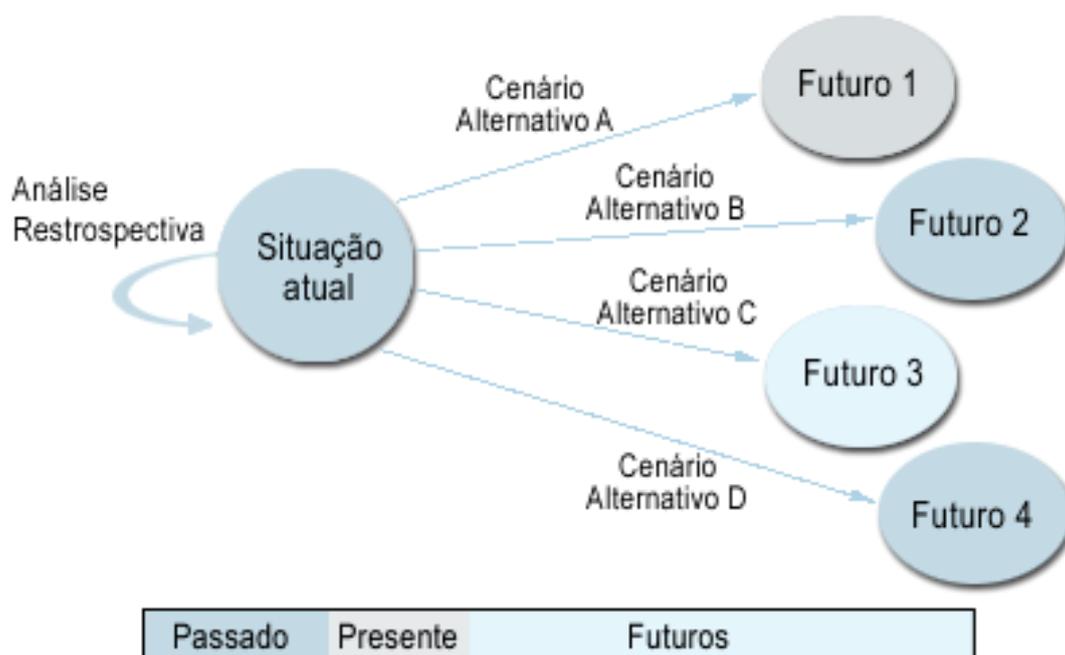


Figura 14 . Representação do conceito de cenário
FONTE: Adaptado de Stollenwerk (1998)

Para o SIMTERP um cenário é o conjunto de características necessárias que o Modelo de Simulação utiliza para emular um terminal rodoviário de passageiros, ou Centro Rodoviário de Passageiros. Portanto, a criação de um Cenário de Simulação envolve a digitação dos dados que definirão um Terminal Rodoviário considerando as cinco dimensões que compõem a medida de desempenho IGDT. Esses dados são referentes ao porte e a capacidade de gerar viagens. Os dados de demanda de passageiros, da oferta de viagens pelos operadores e de serviços de apoio pelo Terminal são as entradas principais do simulador. Esses dados de entrada serão pedidos na medida em que as janelas forem sendo apresentadas.

6.6.1 Telas do Simulador

A figura 15 apresenta a janela de início da definição de um cenário e nela podem ser vistos os botões de Incluir/Excluir/Ok e Retornar. Ao escolher um cenário já configurado basta clicar no botão OK, caso contrário o usuário digita um Nome de Cenário no espaço destinado ao nome. A data do dia é colocada pelo SIMTERP.

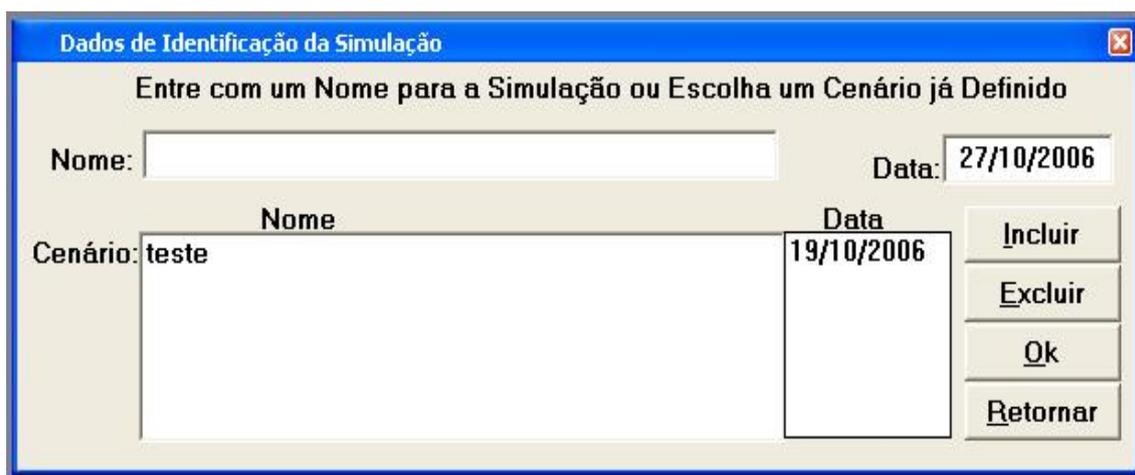


Figura 15. Tela inicial de Definição de um Cenário de Simulação

Após a entrada do nome de um cenário na janela da figura 15, a janela de configuração aparece como na figura 16. As abas de opções conduzem o usuário a definir cada valor seguindo a sugestão apresentada em cada campo. Nessa aba inicial podem ser vistos dois botões que chamam janelas específicas de digitação de dados: “Operadores/Linhas” e “Linhas/Horários”. Essas janelas são apresentadas nas figuras 17 e 18.

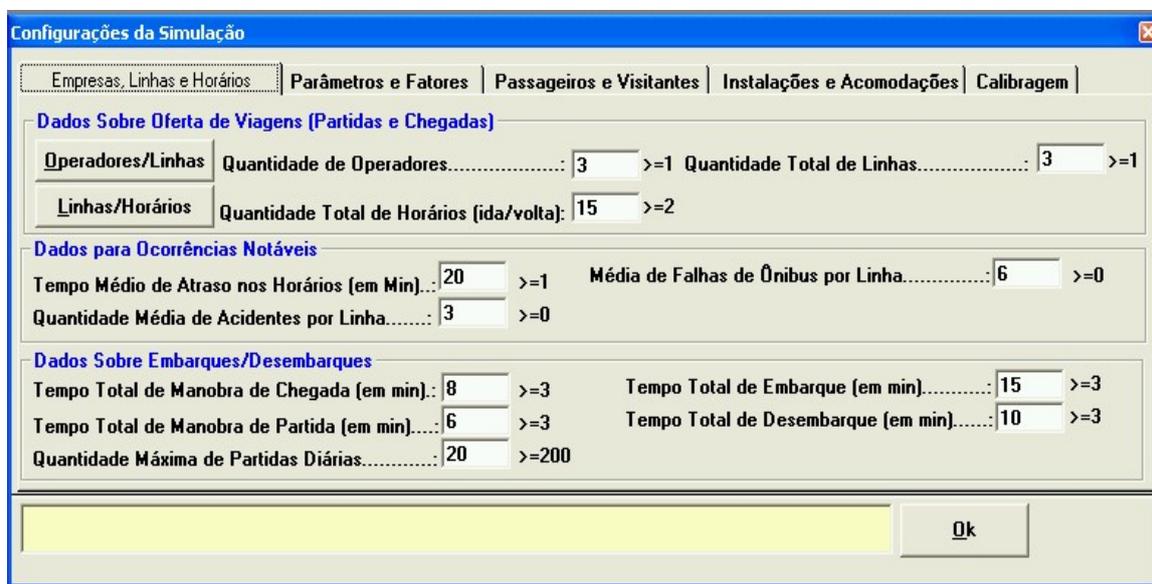


Figura 16. Janelas de Definição de Cenário:Empresas, Linhas e Horários

Essa janela possui 5 abas, como detalhado na figura 16 acima e nas figuras 16.1, 16.2, 16.3 e 16.4, e foram projetadas para permitir a digitação de todos os dados necessários para configurar um Terminal. A figura 16.3.1 é referente aos dados sobre guichês para

processamento das vendas de passagens, filas e geração de viagens. A aba da figura 16 “Empresas, Linhas e Horários” vem dividida em 3 partes de forma a conduzir o usuário na digitação dos dados. A parte “Dados sobre oferta de viagem” apresenta os dois botões já citados, que após serem utilizados o resultado aparecerá nos campos de quantidades correspondentes. A parte “Dados para ocorrências notáveis” serve para entrar com os dados relativos ao quantitativo das falhas, atrasos e acidentes. A última parte “Dados sobre Embarques/Desembarques” permite a entrada de dados genéricos relativos aos tempos e demanda média de operações nas plataformas.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | Passageiros e Visitantes | Instalações e Acomodações | Calibragem

Parâmetros:

Período de Simulação de um Dia (em min): 1440 >=1
Intervalo de Tempo (steps) Dentro do Período de Simulação (em min): 10 >=2
Capacidade Média dos ônibus (em Passageiros): 46 >=25
Tempo Médio Atendimento nos Guichês (em minutos): 10 >=0,5

Fatores:

Valor Médio da Taxa de Embarque: 5 >=1 Mão de Obra Própria: 10 >=5 Mão de Obra Terceirizada: 15 >=0
Quantidade de Reclamações no Mês: 200 >=1
Total de Serviços Oferecidos no Mês: 6 >=1
Total de Pessoas Atendidas no Balcão de Informações / Mês: 400 >=1

Ok

Figura 16.1 – Janelas de Definição de Cenário: Parâmetros e Fatores

Essa aba é dividida em duas seções. A primeira, “Parâmetros”, solicita dados gerais que serão utilizados nas corridas de simulação. O período de simulação diz respeito à duração de um dia simulado em minutos, podendo variar do total de 1440 minutos, correspondendo a 24 horas, ou outro valor. A sugestão é deixar 1440 minutos. O intervalo de tempo, ou *steps*, informa ao motor do simulador como ele vai fazer para avançar o tempo, se de minuto a minuto ou outro intervalo. A sugestão é deixar o *step* com valor 1. A capacidade dos ônibus e tempo de atendimento, em valores médios, completa os parâmetros com os dados sobre a capacidade média de cada ônibus e o tempo de atendimento em cada Guichê do terminal.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | **Passageiros e Visitantes** | Instalações e Acomodações | Calibragem

Dados Sobre a Demanda

Número Médio de Passageiros/Visitantes Mensal.....	1000000	>=1000
Média de Passageiros Embarcados no Mes (Total).....	1000000	>=1000
Média de Passageiros Desembarcados no Mes (Total):	1000000	>=1000
Quantidade Média Mensal de Passagens Vendidas.....	1000000	>=1000
Quantidade Média Mensal de Passagens Devolvidas..:	100	>=0

Média de Passageiros Chegando nos Guichês por Hora:	100	>=10
Média Mensal de Passageiros por Guichês	10000	>=100
Tempo Médio de Espera na Fila nos Guichês (em minutos):	10	>=2

Ok

Figura 16.2 – Janelas de Definição de Cenário: Passageiros e Visitantes

Nessa aba “Passageiros e Visitantes” os dados relativos à demanda são digitados. Esses dados caracterizam o porte e capacidade de Atendimento e Geração de Viagens do terminal. Um detalhe está na solicitação do tempo médio estimado de espera na fila nos guichês que os usuários terão.

Configurações da Simulação

Empresas, Linhas e Horários | Parâmetros e Fatores | Passageiros e Visitantes | **Instalações e Acomodações** | Calibragem

Dimensionamento

Área Total Linear do terminal (m2).....	5000	>=1000	Quantidade de Ônibus nas Plataformas de Partida....	8	>=1
Quantidade de Pavimentos (andares).....	1	>=1	Quantidade de Ônibus nas Plataformas de Chegada...	8	>=1
Área Total Linear Alocada aos Guichês(m2)....	1200	>=10	Quantidade de Berços nas Plataformas de Partida....	8	>=1
Área Total Linear Alocada para as Lojas (m2):	1000	>=25	Quantidade de Berços nas Plataformas de Chegada...	7	>=1
Limite de Pessoas por Metro Quadrado.....	4	>=1	Quantidade Máxima de Plataformas de Embarque.....		>=3
Capacidade dos Banheiros (em Sanitários).....	6	>=2	Quantidade Máxima de Plataformas de Desembarque.		>=1
Capacidade dos Banheiros (em Usuários).....	21	>=5	Quantidade de Lojas (Ativas/Inativas).....	5	>=1
Quantidade de Guichês (Ativos/Inativos).....	9	>=1	Quantidade de Telefones Públicos (Ativos/Inativos):	4	>=1
Média de Atendentes por Guichê.....	10	>=2	Capacidade do Estacionamento de Veículos.....	10	>=0
Total de Atendentes nos Guichês.....	20	>=2			

Guichês

Ok

Figura 16.3 – Janelas de Definição de Cenário: Instalações e Acomodações

Nessa aba são solicitados os dados do dimensionamento do terminal, em termos de área física alocada para as funcionalidades mínimas que devem existir para operação. Essas funcionalidades são os banheiros, guichês, lojas, estacionamento e plataformas de

Embarque e Desembarque. Os telefones públicos referem-se a uma facilidade oferecida que já está incorporada às necessidades básicas de um terminal.

Ao clicar no botão “Guichês” a janela da figura 16.3.1. aparece para entrada dos dados referentes às características dos guichês. A simulação irá considerar esses dados para gerar dados relativos ao atendimento aos usuários.

Dados sobre Guichês

Operadoras, Linhas e Horários Definidos - Guichês: 9 /Linhas: 3 /Horários: 15
 (Cada Operador Possui 1 ou Mais Guiche e Cada Guiche Comporta 1 ou Mais Atendentes)

Entre com os Dados na Tabela Abaixo (Tecla TAB para passar de campo e ENTER ao final de uma linha):

Guiche - Operadora	Linha (Origem-Destino)	Demanda Mês (Máxima)	Quantidade de Horários	Total Atendentes	Tempo Máximo Atendimento(min)

Total de Lançamentos:

Figura 16.3.1 – Janelas de Definição dos Dados sobre Guichês

A janela da figura 16.4, ainda experimental, serve para a digitação dos dados para a calibragem das corridas, após serem realizadas algumas simulações. Dependendo dos resultados da simulação essa janela servirá para ajustar alguns fatores que contribuem para maior precisão dos dados gerados.

Painel de Configuração da Simulação

Critérios de Calibração das Variáveis Aleatórias (VA) de Decisão

Pedestres que Entram/Saem durante o Dia	0,061 %	0,00061
Pedestres que Entram/Saem durante a Noite	0,061 %	0,00061
Pedestres que Entram e Vão ao Banheiro de Dia	0,071 %	0,00071
Pedestres que Entram e Vão ao Banheiro de Noite	0,081 %	0,00081
Pedestres que Entram e Vão ao Guichê de Dia	0,071 %	0,00071
Pedestres que Entram e Vão ao Guichê de Noite	0,081 %	0,00081
Pedestres que Embarcam Durante o Dia	0,081 %	0,00081
Pedestres que Desembarcam Durante o Dia	0,091 %	0,00091
Pedestres que Embarcam Durante a Noite	0,071 %	0,00071
Pedestres que Desembarcam Durante a Noite	0,111 %	0,00111

Frequência de Acesso aos Guichês

Pedestres Chegam ao Guichê ao Dia / Minuto (1 - 6):

Pedestres Deixam o Guichê ao Dia / Minuto (1 - 6) :

Atendimentos no Guichê ao Dia / Minuto (1 - 6) :

Frequência de Acesso ao Terminal

Entrada de Pedestres por dia / Minuto (1 - 6):

Saída de Pedestres por dia / Minuto (1 - 6) :

Plataformas de Embarque / Desembarque

Pedestres Desembarcam dia / Minuto (1 - 6) :

Pedestres Embarcam ao dia / Minuto (1 - 6) :

Uso de Banheiros

Entrada de Pedestres ao Dia / Minuto (1 - 6):

Saída de Pedestres ao Dia / Minuto (1 - 6) :

Incluir Excluir Alterar Voltar

Figura 16.4 – Janelas de Definição de Cenário: Calibragem pós-simulação

As viagens oferecidas pelo Terminal são digitadas na janela da figura 17 que, em conjunto com a janela da figura 18, completam a configuração dos requisitos mínimos necessários para simular um cenário. Essas janelas aparecem após clicar nos botões respectivos que aparecem na primeira aba (figura 16).

Entre com os Dados na Tabela Abaixo (Tecla TAB para passar de campo e ENTER ao final de uma linha):

Quadro de Dados das Linhas

Nome da Linha (Origem-Destino):	Nome da Operadora:	Demanda Mês (Máxima):	Quantidade de Horários:	Tempo de Viagem (min):	Quantidade Segmentos:
Linha-1	Oper-2	14000	4	90	1
Linha-1	Oper-1	12000	3	120	1
Linha-2	Oper-1	20000	3	60	3
Linha-3	Oper-3	24560	3	134	1
Linha-3	Oper-2	23400	2	90	3

Total de Lançamentos: Linhas: 5

Figura 17 – Janelas de Definição de Operadores e Linhas

Foram definidos como critério para obtenção de dados para análise seis períodos ao longo do dia, sugestão retirada do PDTU/RMRJ de 2005 (PDTU/RMRJ, 2005):

- Período de Pico da Manhã - PM: 06:30 às 9:29 h.
- Período de Entre-pico da Manhã - EPM: 9:30 às 11:29 h.
- Período de Pico do Almoço - PA: 11:30 às 13:30 h.
- Período de Entre-pico da Tarde - EPT: 13:30 às 16:59 h.
- Período de Pico da Tarde – PT: 17:00 às 19:59 h.
- Período Noturno e Pré-pico da Manhã- PN-PPM: 20:00 às 06:29 h.

Quadro de Linhas e Horários

Ok

Entre com os Dados nas Tabelas Abaixo (Tecla TAB para passar de campo e ENTER ao final de uma linha):

Quadro de Horários de Partida

Linha (Origem-Destino):	Hora Partida (Origem):	Hora Chegada (Destino):	Frequência por Dia:							Atraso Típico(min)	
			S	T	Q	Q	S	S	D		T
Linha-1	09:00	10:00	x	x	x	x				x	10
Linha-2	11:00	13:00		x	x	x	x	x		x	10
Linha-3	15:00	19:00	x	x	x	x	x	x		x	15

Quadro de Horários de Chegada

Linha (Origem-Destino):	Hora Partida (Origem):	Hora Chegada (Destino):	Tempo Tolerância do Percurso:	Atraso Típico (min):

Total de Lançamentos:

Figura 18 – Janelas de Definição das Linhas e Horários

Após definir um cenário, o usuário escolhe no menu principal a opção de simulação como visto nas figuras 19 e 19.1. A janela de execução da simulação é então acionada com a opção de digitar quantas corridas, na forma de dias, se deseja rodar. Ao clicar no botão “**Iniciar**” é perguntado ao usuário em quantas vezes deseja repetir o experimento. Os trabalhos pesquisados sobre simulação descritiva sugerem um mínimo de 10 repetições para cada dado de interesse para se obter uma medida válida e aceitável estatisticamente (SALIBY, 1989). Assim, por exemplo, para se obter uma amostra de 10 medições seriam necessárias 100 corridas, ou seja, 10 repetições para cada dado vezes os 10 dados de amostra que se deseja. Suponha que se deseja obter os dados de um dia de simulação durante 5 dias consecutivos (o simulador permite variar a seqüência de dias); um dia tem 1440 minutos, 5 dias de amostra precisará de 7200 minutos. A corrida será então de $7200 \times 10 = 72000$ minutos, em $5 \times 10 = 50$ rodadas.

A evolução da simulação é apresentada em tempo real através de uma janela de cinemática que mostra o que está acontecendo internamente com cada evento no momento em que está sendo gerado.

O fluxograma do ANEXO 1 mostra o funcionamento do SIMTERP. Trata-se de uma representação esquemática genérica que é detalhada no algoritmo do ANEXO 2.

Cinemática da Simulação - Cenário Registrado: teste Código: 0000001

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 27 28 30 31 32 33

Valores Assumidos para Simulação:		Dados em Simulação	
Período de Simulação Configurado (em Minutos).....	1440	Passageiros/Visitantes Chegando (ao Terminal).....	1649
Área Total Linear do Terminal (em metros quadrados)...	5000	Passageiros/Visitantes Saindo (do Terminal).....	1446
Quantidade de Pavimentos (andares).....	1	Passageiros Chegando nos Guichês (formando fila)...	2183,377
Limite de Pessoas por Metro Quadrado.....	4	Passageiros Comprando Passagens (todas Linhas)...	2156,7098
Quantidade de Empresas Configurada.....	3	Passageiros Deixando os Guichês (formando fila)...	2156,7098
Quantidade de Linhas Configurada.....	3	Passageiros por Guichês (total dividido por guichê)...	272,8961
Quantidade de Horários Configurada.....	15	Passageiros Desembarcando (ônibus que chegaram)...	620700
Quantidade de Baías nas Plataformas de Partida.....	8	Passageiros Embarcando (em ônibus dentro horário)...	578943
Quantidade de Baías nas Plataformas de Chegada.....	7	Tempo de Espera para Embarque (média de espera)...	15
Quantidade de Guichês (Ativos/Inativos).....	9	Tempo Total de Desembarque (até ônibus vazio).....	10
Total de Atendentes em Todos os Guichês.....	20	Tempo de Manobra para Embarque.....	6
Quantidade de Lojas (Ativas/Inativas).....	5	Tempo de Manobra para Desembarque.....	8
Capacidade dos Banheiros Ativos (Sanitários).....	6	Partidas de Ônibus: 69	Chegadas de Ônibus: 46
Quantidade de Telefones Públicos (Ativos).....	4		
Quantidade de Dias para o Período de Simulação: 1 / 1			

Figura 19 – Janela da cinemática da simulação

Mensagens do Sistema

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).EntramTerminal = 1649
 0 1439 N.A = 0,87626

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemTerminal = 1446
 0 1438

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).EntramBanheiro = 689
 N.A = 0,17525

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemBanheiro = 674

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).TempoMedPerm = 1439

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).ChegamGuiche = 26,66719999999999

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).SaemGuiche = 2156,7098

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).Embarcam = 219

ImprimeSimula(DiasSimulacao, diasMinuto).Desembarcam = 414

Resolução de Filas:
 Capacidade Média Definida de Pessoas no Sistema(Terminal): 1250
 Taxa de Chegada Banheiros(lambda):
 Taxa de Saída Banheiros(micron):
 Taxa de Chegada Guiche(lambda):
 Taxa de Saída Guiche(micron):

Figura 19.1 – Janela da cinemática da simulação

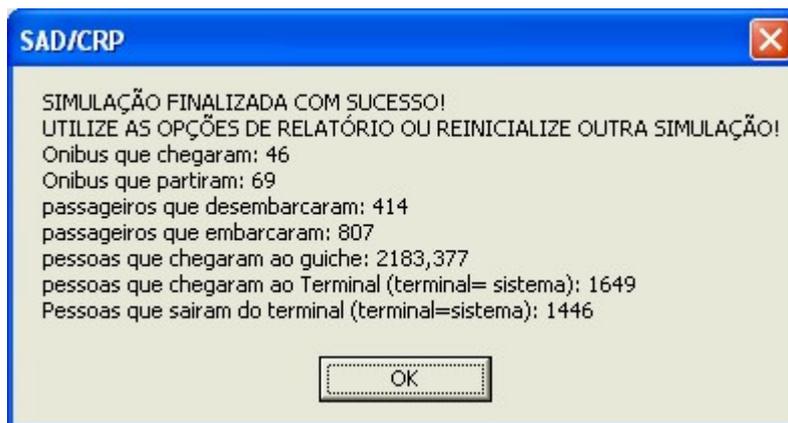


Figura 20 – Janela de informações da finalização da simulação

6.6.2 Informações Geradas

O SIMTERP emite relatórios com os dados gerados para verificação passo-a-passo e assim permitir a análise do que ocorreu em cada momento. Um relatório lista a corrida da simulação por tempo mostrando os eventos gerados como nas figuras 21 e 21.1 e, o outro visto nas figuras 22 e 22.1, lista os eventos com o tempo de ocorrência de cada um. Ao final dos relatório são apresentados as médias e os desvios-padrão calculados para a corrida.

Relatório dos Dados Utilizados na Simulação

UFRJ - PET/COPPE - Programa de Engenharia de Transportes

SAD/CRP - Avaliação de Desempenho de Centros Rodoviários de Passageiros

RELATÓRIO DA SIMULAÇÃO outubro 23, 2006

Nome do Cenário: teste

Número de Rodadas (Dias): 2 Período de Tempo Total para Cada Rodada (Minutos): 1440

Tempo (minutos)	Rodada N.A. Gerado	Evento (Valores cumulativos)	razão entrada/saída	Taxas Relacionadas
[0001]	0001|0,58154 |	Pessoas Entrando: 1.624	1624	
[0002]	0001|0,36609 |	Pessoas Entrando: 1.626	813	
[0003]	0001|0,48764 |	Pessoas Entrando: 1.628	542,666666666667	
[0004]	0001|0,28254 |	Pessoas Entrando: 1.630	407,5	
[0005]	0001|0,30799 |	Pessoas Entrando: 1.632	326,4	
[0006]	0001|0,26455 |	Pessoas Entrando: 1.634	272,333333333333	
[0007]	0001|0,11916 |	Pessoas Entrando: 1.636	233,714285714286	
[0008]	0001|0,95440 |	Pessoas Saindo: 1.489	1489	
[0009]	0001|0,39948 |	Pessoas Entrando: 1.638	182	

Figura 21. Relatório da simulação por tempo - Cabeçalho

Relatório dos Dados Utilizados na Simulação

[1435]	0001|	0,60573 |	Pessoas Embarcando: 1.602
[1435]	0001|	0,60573 |	Pessoas Desembarcando: 846
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Saindo: 2.921 5,11558669001751
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Embarcando: 1.605
[1436]	0001|	0,43953 |	Pessoas Desembarcando: 812
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Saindo: 2.924 5,11188811188811
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Embarcando: 1.605
[1437]	0001|	0,78827 |	Pessoas Desembarcando: 848
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Saindo: 2.927 5,10820244328098
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Embarcando: 1.113
[1438]	0001|	0,09662 |	Pessoas Desembarcando: 850
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Saindo: 2.930 5,10452961672474
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Embarcando: 1.611
[1439]	0001|	0,36047 |	Pessoas Desembarcando: 814

Estatísticas da Corrida para o Dia 0001:
Média Sairam (por minuto): 5,1045 - Média Entraram (por minuto): 3,8012 ||
Média Embarcaram (em todos os ônibus): 1,796 - Média Desembarcaram (em todos os ônibus): 1,1337 |

*** Fim do Relatório ***

PET/COPPE - Programa de Engenharia de Transportes - UFRJ Pág. : 1

Figura 21.1. Relatório da simulação por tempo – Resumo no final

Relatório dos Dados Utilizados na Simulação

UFRJ - PET/COPPE - Programa de Engenharia de Transportes

SAD/CRP - Avaliação de Desempenho de Centros Rodoviários de Passageiros

RELATÓRIO DA SIMULAÇÃO outubro 23, 2006

Nome do Cenário: teste

Número de Rodadas (Dias): 2 Período de Tempo Total para Cada Rodada (Minutos): 1440

Evento	Tempo da Ocorrência
Pessoas Entrando Terminal.....: 1.624	0001.....0001|
Pessoas Entram Banheiro.....: 700	0001.....0001|
Pessoas Chegam Guiche.....: 2.203	0001.....0001|
Pessoas Deixam Guiche.....: 2.143	0001.....0001|
=====	
Pessoas Entrando Terminal.....: 1.626	0002.....0001|
Pessoas Entram Banheiro.....: 701	0002.....0001|
Pessoas Chegam Guiche.....: 2.205	0002.....0001|

Figura 22. Relatório da simulação por evento - Cabeçalho

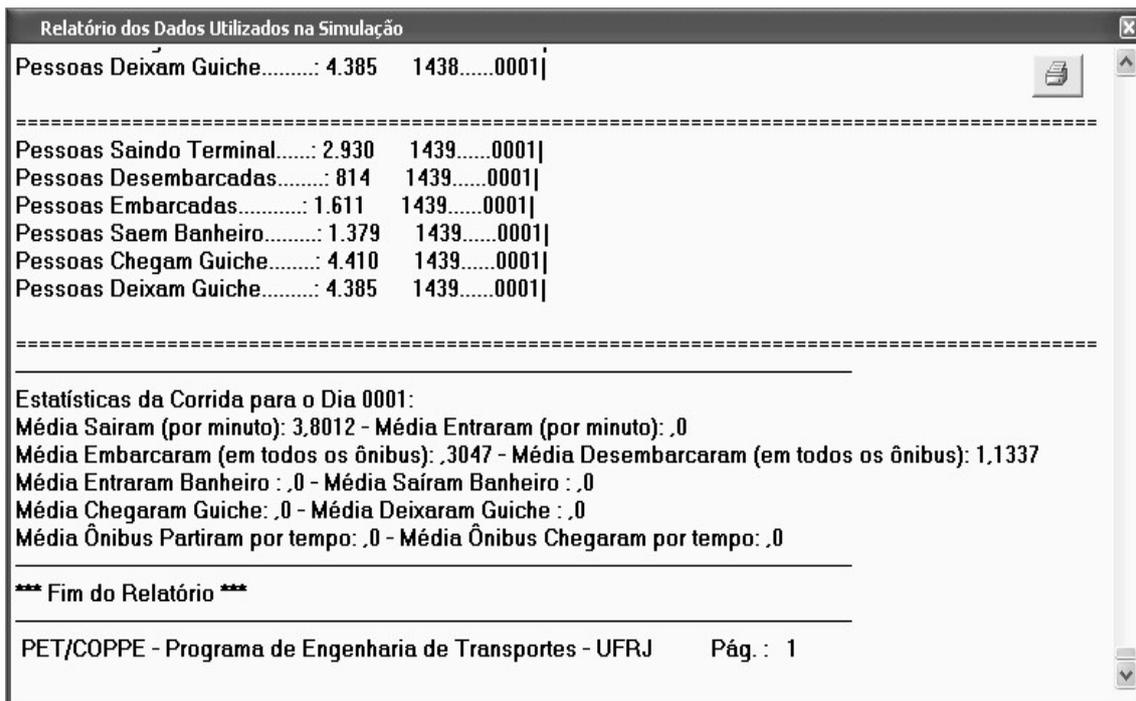


Figura 22.1. Relatório da simulação por evento – Resumo no final

A figura 23 apresenta o resultado da simulação na forma de índices calculados segundo definido no Modelo de Avaliação de Desempenho. Esse é o objetivo do SIMTERP, calcular índices nas cinco dimensões que compõem a análise de desempenho do terminal fornecendo o índice único, IGDT, como resultado da combinação de todos os outros índices.

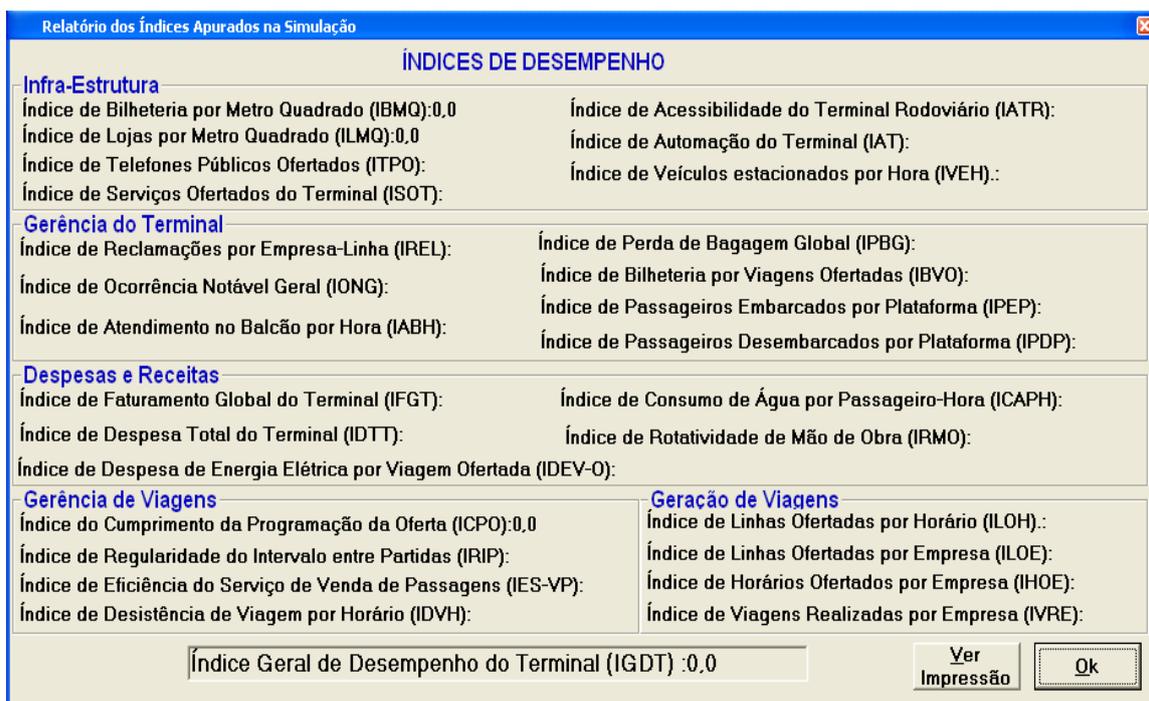


Figura 23. Tela de Apresentação dos Índices calculados

6.7 Limitações e Extensões do Modelo de Simulação

A proposta do SIMTERP não é ser um Modelo de Micro Simulação, no qual todos os aspectos da dinâmica diária do terminal são considerados em detalhes. Isso significa que a maioria das rotinas tais como mudança de horários, suplementação de viagens com a colocação de mais ônibus, estatísticas de atendimento a passageiros, movimentação nas dependências foram agregadas, ou mesmo desconsideradas.

Foi utilizado somente um questionário para levantamentos pontuais. É necessária a criação de mais questionários para investigar aspectos nos pontos de interesse do Terminal, quais sejam, guichês, plataformas, administração, banheiros e áreas comuns. Algumas sugestões de questionários encontram-se nos ANEXOs 8 e 10.

Os horários considerados para teste foram adotados da experiência do PDTU/RMRJ (2005). Deve-se realizar uma pesquisa mais detalhada e precisa nos terminais utilizando algum critério demarcatório de agrupamento seja por regiões, por tamanho das cidades ou mesmo por demanda turística, de maneira a conhecer a realidade, não só no Estado do Rio de Janeiro, mas também nos quase 3600 municípios brasileiros, dos perfis dos horários de viagens praticados.

Embora a modelagem do SIMTERP tenha procurado contemplar a totalidade dos fatores que configuram a gestão de uma estação rodoviária, muitos aspectos gerenciais não foram incluídos no software. Esse fato abre a perspectiva de se fazer melhorias, tanto no tratamento de dados como também na interface com o usuário.

Para cada fenômeno estudado na modelagem do SIMTERP, vários algoritmos de solução foram pesquisados (KNUTH, 1981) (ARSHAM, 2000) ([http:// home.ubalt.edu/ ntsbarsh/ index.html](http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/index.html), visitado inúmeras vezes). Assim foi no tratamento das filas nos guichês, banheiros, entrada no terminal, embarque e desembarque nos ônibus e partidas e chegadas nas plataformas. A circulação das pessoas e a aleatoriedade de ocorrência dos eventos foram deliberadamente assumidas como sendo lineares ou com distribuição normal, o que não corresponde com a realidade sazonal da geração de viagens. Essas insuficiências no tratamento matemático do modelo propiciam a adoção de algoritmos

mais precisos e de outros que possibilitem trabalhar a natureza nebulosa de alguns fenômenos.

Portanto, considerando esses e outros aspectos do modelo de simulação, e da engenharia utilizada na construção do software, mais pesquisas são necessárias para aprimorar e tornar robusto o SIMTERP.

7.0 Estudo de Caso

7.1 Considerações iniciais

Do ponto de vista da pesquisa sobre terminais rodoviários de passageiros no sistema de transporte público no Brasil, as carências são acentuadas. O reduzido número de pesquisadores e ferramentas, ao lado da fraca atuação dos órgãos públicos e privados com relação ao assunto, implica necessariamente em poucos recursos para o desenvolvimento de pesquisas nesse setor, dificultando o entendimento do fenômeno “*gestão de terminal rodoviário intermunicipal de passageiros*” em bases científicas.

Como decorrência desta situação, os resultados das pesquisas e ensaios realizados, assim como o processo de divulgação dos conhecimentos e transferência de tecnologia para o meio técnico, tem sido incipiente e não tem suprido as necessidades reais de conhecimento dos terminais rodoviários no País. Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento desta dissertação poderá auxiliar a cobrir uma lacuna existente na área de planejamento de sistemas de transporte e, particularmente, no planejamento e na operação de Terminais Rodoviários de Passageiros que ofertam viagens intermunicipais.

7.2 Simulação de dois Terminais no Estado do rio de Janeiro

7.2.1 Definição dos Terminais

Com o objetivo de testar a validade da metodologia de avaliação de desempenho bem como da simulação realizada pelo SIMTERP, foram definidos dois terminais com características distintas considerando as diferenças sócio-econômicas regionais, vocações turísticas e dados sobre os transportes conforme as tabelas da Fundação CIDE, apresentadas no ANEXO 5. Além desses aspectos, foram considerados os períodos do ano em semanas, em meses e em dias obedecendo ao calendário festivo e religioso nacional, épocas de pico de demanda.

As características gerais, tanto físicas como de oferta e demanda destes terminais, foram retiradas da listagem contida no ANEXO 3.

7.2.2 Execução e Resultados da Simulação

Para cada terminal foi definido um conjunto amostral de 10 elementos de dados que se constituem nos índices. Isto significa que, para obter cada elemento de dado da amostra, foi necessário rodar 10 vezes a simulação. O SIMTERP possui uma opção para o usuário definir a quantidade de vezes que deseja repetir o experimento.

7.2.3 Análise dos Resultados

Os gráficos são obtidos a partir dos dados gerados pela simulação. O procedimento de análise é comparar esses dados com aqueles retirados da realidade conforme apresentado nos ANEXOS 3, 5, 7 e 9. Verifica-se a correlação entre os dois conjuntos de dados, simulado e real, quais as possibilidades de aderência entre eles e se estas são significativas. O objetivo é saber se a realidade dos fatos corrobora a hipótese de validade dos dados gerados pelo SIMTERP como sendo significativos para representarem os fenômenos com alto grau de confiabilidade.

7.3 Considerações finais

A faixa de valores das variáveis aleatórias foi adotada em função da literatura pesquisada. O modelo matemático utilizado foi simplificado, gerando somente médias e desvios-padrão dos dados gerados, o que limita as análises. Os cálculos das filas foram realizados utilizando algoritmos assumindo que as distribuições são exponenciais do tipo normal.

É necessário realizar pesquisas de campo para apurar quais são as medidas efetivamente praticadas na realidade e compará-las com os resultados das simulações.

Em função da experiência do Plano Diretor de Transportes Urbanos para a Região Metropolitana do Município do Rio de Janeiro de 2005 (PDTU/RMRJ, 2005) os horários adotados para a pesquisa foram restringidos aos mesmos praticados:

- Período de Pico da Manhã - PM: 06:30 às 9:29 h.
- Período de Entre-pico da Manhã - EPM: 9:30 às 11:29 h.

- Período de Pico do Almoço - PA: 11:30 às 13:30 h.
- Período de Entre-pico da Tarde - EPT: 13:30 às 16:59 h.
- Período de Pico da Tarde – PT: 17:00 às 19:59 h.
- Período Noturno e Pré-pico da Manhã- PN-PPM: 20:00 às 06:29 h.

Entretanto, devido à natureza do estudo do PDTU/RMRJ nada se pode afirmar sobre se os horários nos Terminais se comportam da mesma maneira.

8. Conclusões e Recomendações

8.1 Conclusões

Após a aplicação do programa computacional desenvolvido, a análise dos dados gerados confrontados com o que se observa na realidade permitiu concluir que os resultados obtidos foram satisfatórios e, se fossem aplicados, certamente o desempenho e os níveis de serviços nos terminais melhorariam. O programa de simulação, mesmo utilizando-se de alguns procedimentos heurísticos simplificados, forneceu resultados que, quando não reproduziram os valores desejados para as situações reais encontradas, muito se aproximaram destas, comprovando que está operacional e confiável além de ser de fácil aplicabilidade. O SIMTERP permite variar a faixa de valores dos dados de entrada de forma a encontrar as melhores composições de operação para os cenários definidos.

Uma das vantagens do modelo de avaliação proposto é a simplicidade de introduzir os dados e de se obter e analisar os resultados. Considerando a falta de estatísticas e as dificuldades de obtenção de dados em países em desenvolvimento como o Brasil, o SIMTERP permite que, com as informações normalmente disponíveis nos órgãos públicos e em algumas empresas privadas, se obtenha resultados que se aproximam da realidade, mesmo sendo esta espelhada por escassas informações.

O Terminal Rodoviário de Passageiros que oferta viagens intermunicipais, não só proporciona viagens, mas interfere no trânsito do entorno, atua com serviços assistenciais de saúde, fiscais e aduaneiros, viabiliza o comércio de varejo além de possibilitar inúmeras outras atividades sociais e recreacionais. Justifica-se, portanto, que mereça estudos para racionalização de sua operação, de maneira que possa continuar a oferecer aos habitantes das cidades, um serviço eficiente e seguro, e é aí que se torna válida a contribuição do SIMTERP.

8.2 Recomendações

Diante das pesquisas e análises realizadas nessa dissertação, verificou-se que alguns pontos de interesse merecem atenção especial por parte da comunidade científica, das empresas e entes públicos:

- 1) Existe a necessidade de auxiliar os órgãos públicos, no que diz respeito à tomada de decisão, na implementação de políticas públicas de transportes intermunicipais, tanto em termos dos critérios que norteiam o amparo legal como naqueles que definem as práticas operacionais;
- 2) A carência de um ferramental teórico-prático para a tomada de decisão justifica os investimentos em mais pesquisas;
- 3) Deve-se fomentar a criação de uma Base de Dados relativa às demandas, ofertas e oportunidades de negócios do setor;
- 4) Pelo que se verifica nas cidades brasileiras, o mercado de viagens intermunicipais carece da formação de uma Rede Nacional de Terminais Rodoviários de Passageiros (RNTRP);
- 5) Monitoração da integração regional a partir do volume constatado de viagens intermunicipais pendulares no modo rodoviário de forma a conhecer os impactos nas redes viárias;
- 6) Incrementar a troca de informações, através de padrões e protocolos de comunicação, entre os diversos agentes econômicos, operadores e entes públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C.J.P. e ALMEIDA, P.M.S. (1992). Avaliação e dimensionamento de terminais de passageiros: um outro ponto de vista, Anais do VI ANPET, vol. II, pp 926-936, Rio de Janeiro.

ANDERSON, TIM, (2002). A Data Envelopment Analysis (DEA) Home Page, www.Emp.pdx.edu, Acessado em 2002.UK.

ANTT (2002). SAT: Sistema de Avaliação de Terminais. ANTT. Brasil.

ARAÚJO, Davi R. C. (2003). Comparação das Simulações de Tráfego dos Modelos Saturn e Dracula. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARSHAM, H.(2000). The Use of Simulation in Discrete Event Dynamic Systems Design, Journal of Systems Science, 31(5),563-573.

ATKINSON, A. (1998). Strategic performance measurement and incentive compensation. European Management Journal. Grã-Bretanha: Pergamon, vol.16, n.5, p.552-561, 1998.

ATRS, Global Airport Performance Benchmarking Report (2004). Global Airport Benchmarking Task Force; Air Transport Research Society. Updated: February.

AZAMBUJA, Ana Maria Volkmer de (2002). Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros. Florianópolis, 2002. 385f. Tese Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

BALCI, O. (1998). Verification, Validation and Testing *in* Handbook of Simulation, Chapter 10, pp. 335-393 John Wiley & Sons.

BANDEIRA, Michelle G., CORREIA, Anderson (2007). A Qualidade Dos Serviços De Terminais De Passageiros Como Visão Estratégica No Gerenciamento De Aeroportos. CONINFRA - Congresso De Infra-Estrutura De Transportes. São Paulo, SP. Brasil.

BANKER, R.D., CHARNES A., COOPER W.W.(1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management Science, v.30, n.9.

BÁRBARA, Vanessa (2003). Comédia Passageira. In [www.EmCrise - Terminal Rodoviário Tietê.htm](http://www.EmCrise-TerminalRodoviárioTietê.htm). Acessado em agosto de 2006.

BARRA, André L. O. (1981). Modelo para Alocação de Frotas de Ônibus em Terminais. Tese Mestrado. 05/01/81. IME. Rio de Janeiro. RJ.

BITITCI, U.S.; CARRIE, A.S.; McDEVITT, L. (1997). Integrated performance measurement systems: an audit and development guide. *The TQM Magazine*. v.9, n.1, p.46-53, 1997.

BRONSON, Richard (1985). *Pesquisa Operacional*. Editora McGraw-Hill do Brasil. São Paulo. SP.

CASTELO BRANCO, J.E.S. (1998), *Indicadores de Qualidade e Desempenho de Ferrovias (Carga e Passageiro)*, ANTF – Associação Nacional de Transportes Ferroviários, Brasília;

CHARNES A.; COOPER W.W.; RHODES E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, n.2.

CHARNES, A, COOPER, W.W., LEWIN, A .Y; SEIFORD, L. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers

CORREIA, A.R. e ALVES, C.J.P. (2005). Análise de desempenho de configurações de terminais de passageiros em aeroportos, XIX ANPET, vol.1, pp 415-426. Recife.

CYBIS, Helena B. B., Ariotti, Paula, Zignani, Rita de C., Araújo, Davi R. C. (2004). Avaliação da Operação de um Terminal de Transporte Público através do Micro-Simulador DRACULA. III Semana de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, RS.

CYBIS, Helena B. B., Araújo, Davi R. C., Guzen, Erico R., Giustina, Cristiano D. (2002). Aplicação do Micro-Simulador de Tráfego DRACULA em Porto Alegre. II Semana de Produção e Transportes. UFRGS. Porto Alegre, RS.

D'AGOSTO, Márcio A. (1999). *Avaliação do Desempenho Operacional de Sistemas de Transportes Urbanos em Vias Segregadas*. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. RJ.

DALKEY, Norman C. (1969). *The Delphi Method: An experimental study of group opinion*. United States Air Force Project RAND. RM-5888-PR. June 1969. RAND Corporation. Santa Mônica, Califórnia. USA.

DANTAS, Cesar G. (1983). *Simulação de Terminais Ferroviários Suburbanos de Passageiros*. Dissertação de Mestrado. IME. 01/07/83. Rio de Janeiro. RJ.

DOUGLAS, A. Samuelson and Charles M. Macal (2005). Agent-Based Simulation Comes of Age: Software opens up many new areas of application. *Modeling Technique in OR/MS Today Magazine*.

DNER (1986). *MITERP. Manual de Implantação de Terminais Rodoviários de Passageiros – MITERP*. DNER. Ministério dos Transportes. Brasil.

EMROUZNEJAD, A (2001). "An Extensive Bibliography of Data Envelopment Analysis (DEA), Volume I - V ", disponível em <http://www.warwick.ac.uk/~bsrlu>,

Business School, University of Warwick, Coventry, UK. Acessado em 02 de julho de 2006.

ETTEMA, Dick, Timmermans, Harry (1997). Activity-Based Approaches to travel analysis. Elsevier Science Ltd. UK.

FAIRLEY, R.E. (1976). Dynamic Testing of Simulation Software, Proceedings of the 1976 Summer Computer Simulation Conference, Washington, D.C., pp. 40-46.

FARRELL, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120(3), 253–290.

FAVELL, I. (2004). The Competency Toolkit. Fenman, Ely and Cambs. UK.

FEITOSA, M.V.M., ALVES, C.J.P. e ALMEIDA, P.M.S. (1999). Análise do desempenho de componentes de desembarque em terminais de passageiros aeroportuários utilizando simulação, Anais do XXXI SBPO, pp 992-1003, Juiz de Fora.

FERIANCIC, Stanislav, Verroni, José H.Z., Feriancic, Gabriel (2003). Planejamento sistêmico de terminais rodoviários nas regiões metropolitanas. 14º Congresso Brasileiro de Transporte e Transito. ANTP, Vitória- ES. Outubro 2003.

FERREIRA, Adriano H. S., ORRICO FILHO, Rômulo Dante, SANTOS, Enilson M. (2002). Contribuição à análise de desempenho de serviços de transporte público por ônibus de longa Distância, XVI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes.

GIACAGLIA, M.E. e GUALDA, N.D.F. (2000). Proposta de Modelo de Dados para os Indicadores-chave da ANTP, Revista Transportes Públicos – ANTP/Ano22/2000/3o Trimestre, pp 103-120;

GODET, M. (1993). Manual de Prospectiva Estratégica – Da Antecipação à Ação. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

GONÇALVES, Ângelo F. M. (1986). Análise de Configurações de Terminais Ferroviários Suburbanos de Passageiros com o Emprego de Simulação. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. RJ.

GONÇALVES, Ângelo F. M. (1996). Simulação da operação de sistemas de veículos leves sobre trilhos. Tese de Doutorado. PET/COPPE. UFRJ. Rio de Janeiro. RJ.

GOUVÊA, Vânia Barcellos (1980). Contribuição ao Estudo de Implantação de Terminais Urbanos de Passageiros. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro. RJ.

HRONEC, S.M. (1994). Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custos. São Paulo: Makron Books.

INPE (1988). II Workshop Brasileiro de Simulação. ANAIS. Págs. 1, 48 e 81. São José dos Campos. SP

KAPLAN, Roberto; NORTON, David (1997). *A estratégia em ação: balanced scorecard*. Rio de Janeiro: Ed. Campus.

KNEIB, E. C. (2004). *Caracterização de Empreendimentos Geradores de Viagens: Contribuição Conceitual à Análise de seus Impactos no Uso, Ocupação e Valorização do Solo Urbano*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

KNUTH, D.E., (1981). *The Art of Computer Programming, Volume 2 Seminumerical Algorithms*, Addison-Wesley, Reading Mass..

LEBAS, M.J. (1995). *Performance measurement and performance management*. International Journal of Production Economics. v.1-3, n.41, p.23-35. Amsterdam,

LEIBFRIED, K.H.J.; MCNAIR, C.J. (1994). *Benchmarking: uma ferramenta para a melhoria contínua*. Ed. Campus. Rio de Janeiro. RJ

L'ECUYER P. (1998). *Random number generation*. In *Handbook on Simulation*, J. Banks (ed.), John Wiley & Sons.

LIEBERMAN, E.; RATHI, A. K. (2006). *Traffic Simulation*. In: Gartner, N.; Messer, C.M.; Rathi, A. K. (Eds.) *Monografia revisada sobre Teoria de Fluxo de Tráfego*. EUA: Federal Highway Administration, 1997. Cap. 10. Disponível em url: <<http://www.cta.ornl.gov/cta/research/trb/CHAP1.PDF>> Acesso em agosto de 2006.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. (1982). *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill.

MAGRI, A A; ALVES, C.J.P. (2003). *Uma metodologia para avaliação da qualidade de serviço em terminais aeroportuários*, 2003 International Conference - Airports: Planning, Infrastructure & Environment. Trabalho completo em CD-ROM, Rio de Janeiro. RJ.

MARTINEZ ALVARO, O., BARBADILLO LÓPEZ, R. (2006). *Bus station inventory and classification in Spain*. Carretera. Volume 4. Número 146. pp 21-30. Spain.

MEDEIROS, D.J.; WATSON, E.F.; CARSON, M.S. (1998). *Toward Increased Use Of Simulation In Transportation*. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference. Manivannan.

MEERSMAN, Hilde, VAN DE VOORDE, Eddy, VANELSLANDER, Thierry (2004). *Transport objectives, Instruments and Indicators*, Department of Transport and Regional Economics, University of Antwerp.

MENDOZA, G.A., MACOUN, P., PRABHU, R., SUKADRI, D., PURNOMO, H., HARTANTO, H. (1999). *Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Jakarta, Indonésia.

MESQUITA, Lucia Barros de (1981). Terminais Rodoviários. Tese de Mestrado. USP. São Paulo.

MONTEIRO DE BARROS, Julio Manuel Andrade (2001). Infra-estrutura e deslocamento regional. Dissertação de Mestrado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

MORLOK, E.K. (1978). Introduction to Transportation Engineering and Planning, Capítulo 7, McGraw-Hill.

MOUETTE, D. e FERNANDES, J.F.R. (1996). Aplicação do Método de Análise Hierárquica (MAH) na Análise e Avaliação dos Sistemas de Transportes Urbanos. Transportes, ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, vol. 4 (1), pp. 39-59.

MOUETTE, D. e FERNANDES, J.F.R. (1993). A Avaliação de Impactos e a Tomada de Decisão no Planejamento de Transportes através do Método de Análise Hierárquica. Anais do XXV SOBRAPO, Novembro 1993, pp. 198-201.

MOREIRA, Roberto (2000). Avaliação de Projetos de Transportes Utilizando Análise Benefício Custo e Método de Análise Hierárquica. Dissertação de Mestrado. IME. Rio de Janeiro.

MOTTA, Paulo Roberto (1991). Gestão Contemporânea. Rio de Janeiro. Editora Record.

MÜLLER, C.J. (2003). Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégia, Indicadores e Operações). Tese Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MURALHA, Marcos (1990). Avaliação de Desempenho do Transporte de Passageiros por Ônibus. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. RJ.

NAJMI, M.; KEHOE, D.F. (2001) The role of performance measurement systems in promoting quality development beyond ISO 9000. International Journal of Operations & Production Management. v.21, n.1/2, p.159-172.

NAYLOR, Thomas H., BALANTFY, Joseph L., BURDICK, Donald S., CHU, Kong (1966). Computer Simulation Technique, Capítulos II,III,VI e IX. John Wiley & Sons.

NEELY, A. (1999). The performance measurement revolution: why now and what next? International Journal of Operations & Production Management. Bradford, v.19, n.2, p.205-228, 1999.

NEELY, A.; BOURNE, M. (2000.). Why measurement initiatives fail. Measuring Business Excellence. v.4, n.4, p.3-6, 2000.

NEELY, A.; RICHARDS, H.; MILLS, J.; PLATTS, K.; BOURNE, M. (1997) Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management*. Bradford, v.17, n.11, p.1131-1152, 1997.

NÓBREGA, Rosângela G. (2001). Memórias do Futuro. In: Tema 153 - ANO VIII - N° 53 – 2001. SERPRO. Superintendência de Consultoria Tecnológica. Brasília. Brasil

NORREKLIT, H. (2000). The balance on the balanced scorecard: a critical analysis of some of its assumptions. *Management Accounting Research*, London, v.11, n.1, p.65-88, Mar. 2000.

NOVAES, Antonio G.N. (2001). Rapid-Transit Efficiency Analysis With The Assurance-Region DEA Method. *Pesquisa Operacional*. Vol.21 no.2. Rio de Janeiro.RJ.

NTU/ANTP (2000). Planejamento e Tomada de Decisão no Transporte Público Urbano. Associação das Empresas de Transportes Urbanos - NTU/ANTP.

NTU/ANTP (1999). Integração nos Transportes Públicos – Uma Análise dos Sistemas Implantados. Pesquisa NTU – Relatório Final. Associação das Empresas de Transportes Urbanos - NTU/ANTP.

ORTÚZAR, J., WILLUMSEN, L. (1990). *Modelling Transport*, Ed. John Wiley & Sons.

PARK, S.K., K.W. MILLER (1988). Random Number Generators: Good Ones are Hard to Find, *Comm. of the ACM*, V. 31. No. 10, pp 1192-1201.

PARMENTER, David (2007). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Ed. John Wiley & Sons.

PDTU/RMRJ (2005) - Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - Relatório 8 – Pesquisa Origem Destino Governo do Estado do Rio de Janeiro 24/03/2005. Secretaria de Estado de Transportes. RJ.

PEREIRA, Arnaldo L.S.; SOARES, Luiz A. e INFANTI, Amaury Panella, Carlos A.; MATSUMOTO, Carlos H.; FERNANDES, Cláudio M.; HIGUCHI, Hideo; PIRES, Levino; DA COSTA, Moacir Á.; LEITE, Raimundo C.S.; SAKAMOTO, Rosemeire Z. (2005). IQT – Índice de Qualidade do Transporte: Uma ferramenta na gestão do transporte na Região Metropolitana de São Paulo. In: Anais do 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito - ANTP. Goiânia, Brasil 08 a 11/08/2005.

PEREIRA, W.A.N. (2001). Modelo Multicritério de Avaliação de Desempenho Operacional do Transporte Coletivo por Ônibus no Município de Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

PORTUGAL, L. S., GOLDNER, L. G. (2003), Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viário e de Transportes. Edgard Blucher LTDA.

RASHID, O., COULTON, P., EDWARDS, R., FISHER, A., THOMPSON, R. (2005). Mobile information systems providing estimated time of arrival for public transport users. IEEE Vehicular Technology Conference. Volume 61. pp 2765-2769. UK.

RATTNER, Henrique (1979). Estudos do Futuro: introdução à antecipação tecnológica e social. Editora da Fundação Getulio Vargas, São Paulo. SP.

ROMEU, Madalena (2006). Os passageiros da agonia. Jornal O DIA, Caderno Geral. Edição de Domingo. 23 de abril de 2006. Rio de Janeiro. RJ. Brasil.

SALIBY, Eduardo (1989). Repensando a Simulação: a amostragem descritiva. Ed. Atlas. São Paulo. SP.

SAATY, T. L. (1991). Método de Análise Hierárquica. Makron Books do Brasil Editora Ltda. e Editora McGraw-Hill do Brasil, Rio de Janeiro/RJ

SARGENT, R. (2000): Verification validation, and accreditation of simulation models. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference. J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and P. A. Fishwick, eds. (<http://www.informs-cs.org/wsc00papers/009.PDF>).

SIMÕES, Raul de B. A., Balassiano, Ronaldo. (2002) Transportes de Passageiros, Impactos e Desigualdades Sociais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. In.: RIO URBANO. Revista da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Fundação CIDE. Nº 1, p. 60-69.

SINK D.S.; TUTTLE, T.C (1993). Planejamento e medição para performance. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed..

TAKASHINA, Newton Tadashi. FLORES, Mario Cesar Xavier (1996). Indicadores da Qualidade e do Desempenho: como estabelecer metas e medir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.

TAVARES, Gabriel (2002). A Bibliography Of Data Envelopment Analysis (1978-2001). RUTCOR RESEARCH REPORT - 01-02, January, 2002, Rutgers University, NJ, USA.

TCQSM (2003). Part 7 Stop, Station, And Terminal Capacity. Transit Capacity and Quality of Service Manual.. 2nd Edition.

TRB (2001). Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., U.S.A.

UITP (1997). Methods for measuring passenger expectations and satisfaction. International Union of Public Transport. UE. Brussels.

VOGT, Carlos (2007). Modelos e Modelagem. In <http://www.comciencia.br/reportagens/modelagem/mod01.htm>. Acessado em 10/01/2007.

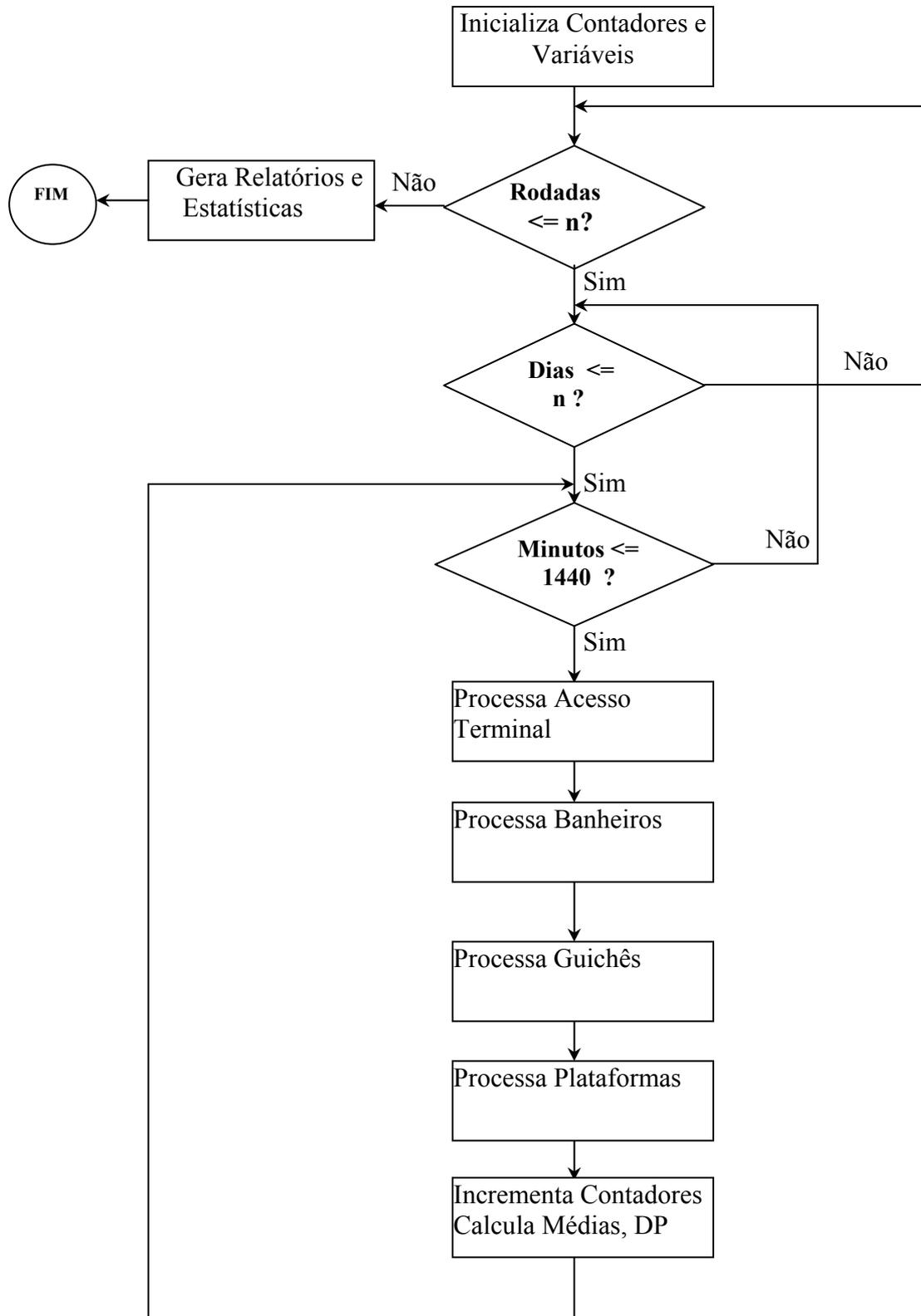
WRIGHT, P.H. and ASHFORD, N.J. (1998) Transportation Engineering, Capítulo 15, John Wiley & Sons.

ZEIGLER, B.P. (1976), Theory of modelling and simulation. Wiley & Sons. New York. US.

SÍTIOS PESQUISADOS

<http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/index.html>, visitado inúmeras vezes
www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest, visitado inúmeras vezes
www.trb.org, visitado inúmeras vezes
www.fhwa.dot.gov, visitado inúmeras vezes
www.ite.org, visitado inúmeras vezes
www.abrasce.com.br, visitado em novembro de 2006
www.fhwa-tsis.com, visitado inúmeras vezes
mctrans.ce.ufl.edu/store/description.asp?itemID=450, visitado em julho de 2005
www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp, visitado inúmeras vezes
www.microsimulation.drfox.org.uk/, visitado inúmeras vezes
www.eltis.org/Vorlage.phtml?sprache=en, visitado inúmeras vezes
www.tsu.ox.ac.uk/research/test/, visitado inúmeras vezes
www.ite.org/, visitado inúmeras vezes
ntl.bts.gov/, visitado inúmeras vezes
www.ntu.org.br/, visitado inúmeras vezes
www.antt.gov.br, visitado inúmeras vezes
www.dnit.gov.br, visitado inúmeras vezes
www.fetranspor.com.br/novo_on_dados_tecnicos.asp, visitado inúmeras vezes
http://www.transportes.rj.gov.br/onibus/onibus_intermunicipais.asp, visitado em 2006
http://www.transportes.rj.gov.br/sistemas/sistemas_evolucao.asp, visitado em 2006
<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>, Instituto Pereira Passos, visitado inúmeras vezes
www.serpro.gov.br/publicacao/tematec/2001/ttec53, visitado em 2006
ec.europa.eu/environment/air/pdf/200181_progr_pt.pdf, visitado em 2006
www.inf.unisinos.br/alunos/arquivos/TC_Cristiane_Mertins.pdf, visitado em 2006
http://www.territorioalgarve.pt/Storage/pdfs/Volume_II_ANEXO_P.pdf, visitado em 2006
<http://perso.ens-lyon.fr/eric.boix/Cat/MorphexPublic/Specifications/modelAnswerToPtolemy.html>, visitado inúmeras vezes

ANEXO 1. Fluxograma da Simulação



ANEXO 2. Algoritmo da Simulação (Teste com valores constantes)

Inicializa Contadores, Parâmetros, Variáveis e Vetores

Inicia Gerador de Números Aleatórios

Aceita $n = \text{numero_de_dias}$

Aceita $\text{tempo_simulacao} = \text{dias_minuto}$

$\text{Numero_de_dias} = 1$

$\text{Dias_minuto} = 1$

Aceita $\text{qtRodadas} = \text{Quantidade_Rodadas}$

Faça Enquanto $\text{qtRodadas} \leq n$

Faça Enquanto $\text{numero_de_dias} \leq n$

Reinicializa contadores e variáveis

Gera NA

$\text{Var1} \leftarrow \text{NA}$

Faça Enquanto $\text{dias_minuto} \leq \text{tempo_simulacao}$ //loop de 1 dia = 1440 minutos

Se $\text{dias_minuto} \leq 1080$ Entao // menor ou igual a 18:00 horas

Se $\text{Var1} > 0$ e $\text{Var1} \leq 0.71234$ entao // 71,23 % entram no terminal

$\text{pessoasChegam} = \text{pessoasChegam} + 2$ // chegam na taxa de 2/minuto
grava no vetor de simulacao

Senão

$\text{pessoasPartem} = \text{pessoasPartem} + 2$ //29,9 % partem com taxa de 2
grava no vetor de simulacao

Fim-se

$\text{Var2} = \text{Var1}/5$ //1/5 que entram vão ao banheiro

Se $\text{var2} > 0$ e $\text{var2} < 0.312345$ então //31,24% entraram no banheiro?

Gera NA

$\text{var2} \leftarrow \text{NA}$

Se $\text{var2} < 0.5123456$ então //51 % e menor que a capacidade..

Se $\text{pessoasBanEntram} - \text{pessoasBanSaem} < \text{CapaBanheiro}$ então

$\text{pessoasBanEntram} = \text{pessoasBanEntram} + 1$ //entram a 1/minuto

senão

$\text{TempoEspera} = \text{tempoMedPermanenciaBan} + 1$ //espera para entrar

fim-se

$\text{tempoMedPermanenciaBan} = \text{tempoMedPermanenciaBan} + 1$

Senão

$\text{pessoasBanSaem} = \text{pessoasBanSaem} + 1$ // banheiro cheio sai gente

Fim-se

Fim-se

Gera NA

$\text{Var3} \leftarrow \text{NA}$

Se $\text{var3} > 0$ e $\text{var3} < 0.91234$ então //91,24% chegam e vão guichês

Se $\text{quantidade_guiches} > 1$ então //testa se tem guichês

Faça enquanto $\text{contalinhaonibus} < \text{total_linhaehorario}$

se $\text{contalinhaonibus} < \text{globalcontalinhaonibus}$ então

se $\text{vetorprocessafila} < \text{vetorprocessaguiche}$ então

$\text{vetorprocessafila} = \text{vetorprocessaguiche}$

fim-se

fim-se

incrementa contalinhaonibus

fim-faça

fim-se

senão

incrementa $\text{passageirosdeixamguiche}$

fim-se

ANEXO 2 Algoritmo da Simulação (cont.)

se horariodechegada – 16 minutos < dias_minuto então

 fim-se
Senão

 Fim-se
 Gera NA
 Var1 <- NA
Fim-faça

 Incrementa contadores
Fim-faça
Fim-faça

ANEXO 3. Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia part / cheg)	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário Américo Fontenelle CODERTE junto a Central do Brasil	15 mil e 400 m2	6 mil 920 m2	-	11.000.000	200.000	14	90	-	-	-
Terminal Rodoviário de Campo Grande CODERTE Zona Oeste do Rio	15 mil e 20 m2	10 mil e 20 m2	lojas comerciais, sanitários públicos, instalações administrativas, PM	10.000.000	172.000	9	34 linhas municipais, 6 linhas intermunicipais e 1 linha interestadual (41 linhas)	24 veículos		1979
<u>Terminal Rodoviário Mariano Procópio</u> (Rio de Janeiro) CODERTE Antiga Estação Rodoviária do Rio de Janeiro Centro do Rio	2 mil e 740 m2	2 mil e 300 m2	Ambulantes	2.000.000	41.000	10	23	-	-	-
Terminal de Ônibus Menezes Cortes (iniciativa privada) CODERTE Antiga sede da CODERTE, Edifício Garagem Menezes Cortes, Castelo, Centro do Rio vendido em fins de 1998	127 mil m2	7 mil 930 m2	Lojas	3.000.000	69.000	20	31 linhas intermunicipais e 19 municipais		-	1973
Terminal Rodoviário Novo Rio SOCICAM Centro do Rio	27.740 m2	26.040 m2	Lojas comerciais, instalações administrativas e de segurança	-	-	40	46 linhas intermunicipais, 170 interestaduais e 4 internacionais	edifício garagem anexo	-	-

ANEXO 3 Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro (cont.)

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia (part / cheg)	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total de ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário Roberto Silveira(Niterói) SOCICAM (arrendado)	8.425 m2	2.130 m2	Lojas comerciais, instalações administrativas e de segurança	-	-	23	36 linhas intermunicipais e 24 interestaduais (60 linhas)	-	-	agosto de 1976
Terminal Rodoviário João Goulart (Niterói) Administrado/Operado por: NITER - Niterói Terminais Rodoviários	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminal Rodoviário de Nova Iguaçu (da CODERTE) Administrado / Operado por: CODERTE Situação integração modal de passageiros entre a Baixada Fluminense e a Região Metropolitana	14 mil 520 m2	6 mil m2	-	6.000.000	113.000	18	52 linhas intermunicipais e 2 interestaduais (54 linhas)	-	-	1979
Terminal Rodoviário de Nilópolis (da CODERTE) Administrado / Operado por: CODERTE Situação Ponto de referência para o transporte rodoviário da baixada fluminense e o Centro do Rio (Pólo de movimentação de passageiros)	-	-	lojas e comerciais e instalações administrativas	3.000.000	50.000	5	13 linhas intermunicipais e 2 municipais (15 linhas)	-	-	1979

ANEXO 3 Terminais Rodoviários no Estado do Rio de Janeiro (cont.)

Nome do terminal Administração/Operação Situação	área do terreno	área construída	Aparelhamento	passageiros mês	viagens dia (part / cheg)	empresas operando	linhas inter municipais	Estacio namento	Total de ônibus	início de oper
Terminal Rodoviário de Venda das Pedras (Itaboraí) Administrado / Operado por: CODERTE (Convênio)	4.850 m2	1.720 m2	instalações administrativas, comerciais e policial	700.000	12.500	1	8 linhas intermunicipais	-	-	setembro 1980
Terminal Rodoviário de Itatiaia Administrado / Operado por: CODERTE (Convênio)	3.360 m2	1.000 m2	-	86.000	2.240	-	-	-	-	setembro de 1998
Terminal Rodoviário José Lúcio da Silva (Mendes) Administrado / Operado por: CODERTE (convênio)	2.365 metros	505 m2	-	149.000	1.400	-	-	-	-	1999
Terminal Rodoviário Prefeito Severino Dias (Vassouras) Administrado / Operado por: Prefeitura local	6.000 m2	1.420 m2	comércio e segurança	265.000	6.000	-	-	-	-	setembro de 1980

ANEXO 4. Quadro Resumo dos Índices

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$\text{ICPO} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \sum_{h=1}^{h=k} \text{ICPO}_{lh}}{\mathbf{H} \times \mathbf{L}}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas</p> <p>$h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha</p> <p>CPO_{lh} = Cumprimento da Programação para Linha e Horário</p> <p>\mathbf{H} = total de horários</p> <p>\mathbf{L} = total de linhas</p>		Total de viagens que foram cumpridas dentro do horário estabelecido.
$\text{IRIP} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{AH}_l}{\sum_{l=1}^{l=n} \text{TH}_l}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é o quantidade de linhas</p> <p>$h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha</p> <p>AH = Atrasos ocorridos em cada horário</p> <p>TH = Total de horários</p>		Medida da eficiência com que a programação da oferta de viagens é realizada.
$\text{IHOE} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{HOE}_l}{\mathbf{H} \times \mathbf{L}}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas</p> <p>$h = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de horários de uma linha</p> <p>\mathbf{H} = total de horários ofertados</p> <p>\mathbf{L} = total de linhas ofertadas por todos os operadores</p>		Somatório da quantidade de horários ofertados por uma operadora para todas as linhas, dividido pelo total de horários ofertados por todas as empresas.
$\text{ILOE} = \frac{\text{LOE}_{II}}{\mathbf{L}}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas</p> <p>$o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores, e,</p> <p>com $\mathbf{L} = \sum_{l=1}^{l=n} \sum_{o=1}^{o=k} \text{LOE}_{lo}$ total de linhas para todos os operadores</p>		Quantidade de linhas ofertadas por uma empresa, dividida pelo total de linhas ofertadas por todas as empresas.

ANEXO 4 Quadro Resumo dos Índices (cont.)

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$\text{IVRE} = \frac{\sum_{l=1}^{l=n} \text{LOE}_{ll}}{\text{L}}$	<p>$l = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de linhas $o = 1, \dots, k$ e k é a quantidade de operadores</p> <p>com $\text{L} = \sum_{l=1}^{l=n} \sum_{o=1}^{o=k} \text{LOE}_{lo}$ = total de linhas para todos os operadores</p>		<p>Total de viagens realizadas numa linha de um operador, dividido pelo total de viagens realizadas em todas as linhas por todos os operadores</p>
$\text{IPEP} = \frac{\sum_{b=1}^{b=n} \text{TH}_b \times \text{TP}_b}{\sum_{b,h=1}^{b=n} \text{TP}_{bh}}$	<p>$b = 1, \dots, n$ e n é a quantidade de plataformas ou berços $h = 1, \dots, k$ e k é o total de horários $p = 1, \dots, d$ e d é o total de passageiros embarcados por horário</p> <p>TP_b = Total passageiros embarcados por berço b TH_b = Horários em cada berço TH_{bh} = Relação Horários de cada berço / Total de Horários = $\frac{\text{TH}_b}{\text{TH}}$ THTP_b = Relação individual berço-passageiros = $\text{TH}_{bh} \times \text{TP}_b$</p>		<p>Passageiros que esperaram e embarcaram por berço ou plataforma em um período de tempo de observação (ciclo). Relação de contribuição de cada plataforma no embarque de passageiros, levando em conta a demanda em todos os horários</p>
$\text{IPDP} = \sum_{b,h=1}^{h=k} \frac{\text{TD}_b \text{QD}_b}{\text{TP}_b \text{TH}_{bh}}$	<p>$b = 1, \dots, \text{TB}$ e TB é a quantidade de plataformas ou berços $h = 1, \dots, k$ e $0 < k < \text{TH}$ é o total de horários ou ciclo</p> <p>TD_b = Total de desembarcados por berço b TH_{bh} = Total de Horários (ciclo) com Desembarques em cada berço</p>		<p>Passageiros que chegaram por horário e berço em um período de observação (ciclo). Contribuição das plataformas no total de passageiros que chegam</p>

ANEXO 4 Quadro Resumo dos Índices (cont.)

Índice	Parâmetros e Variáveis	Faixa de Valores e Restrições	Definição
$\text{ILOH} = \frac{\text{TH}_h}{\text{TH} \times \text{TL}}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TH = Total de Horários TL = Total de linhas		Total de horários de uma linha dividido pelo total de horários vezes o total geral de linhas.
$\text{IES-VP} = \frac{\text{TA}_h}{\text{TH} \times \text{TA}}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TA_h = Total de Assentos em um horário TA = Total de Assentos TH = Total de Horários		Medida de eficiência com que as passagens são vendidas em um período de observação.
$\text{IDVH} = \frac{\text{TR}_h}{\text{TB}_h}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários TB_h = Total de Vendidos em um horário TR_h = Total de Retornados em um horário		Total de bilhetes de um horário retornados dividido por todos os bilhetes vendidos nesse horário
$\text{IBVO} = \frac{\text{TH} \times \text{TL}}{\text{TB} \times \text{TO}}$	$h = 1, \dots$, TH e TH é o total de horários em todas as linhas $l = 1, \dots$, TL e TL é o total de linhas TB = Total de Bilheterias TO = Total de operadoras		Total de horários em todas as linhas dividido pelo total de bilheterias multiplicado pelo total de operadoras.
$\text{ILMQ} = \frac{\text{QL}}{\text{AL}}$	QL = Quantidade de lojas AL = Área alocada para as lojas		Quantidade de lojas dividida pelo total de área alocada para todas elas.
$\text{IGMQ} = \frac{\text{QB}}{\text{AB}}$	QB = Quantidade de bilheterias AB = Área alocada para as bilheterias		Quantidade de bilheterias dividida pelo total de área alocada para todas elas
$\text{ISOT} = \frac{\text{TS} \times t}{\text{TP}}$	TS = 1, ..., s e s é o total de serviços formais TP = 1, ..., p e p é o total de passageiros no período t = 1, ..., n e n é o total de períodos em minutos		Total de serviços do terminal dividido pelo total de passageiros
$\text{IONG} = \frac{\text{TI}}{\text{TH} \times \text{TL}}$	TI = 1, ..., n e n é o total de irregularidades TH = 1, ..., h e h é o total de horários em todas as linhas TL = 1, ..., l e l é o total de linhas		Total das irregularidades anotadas que ocorreram em um mês.

ANEXO 5. Dados populacionais, geográficos e transportes

Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36	Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36
Angra dos Reis	816,3	85.571	91.114	92.532	93.963	95.407	24	Macuco	133,7	4.460	5.468	5.726	5.986	6.249	13
Aperibé	89,5	6.309	7.019	7.201	7.384	7.569	9	Magé	386,6	163.733	179.166	183.113	187.096	191.116	71
Araruama	635,4	59.024	64.697	66.148	67.612	69.090	37	Mangaratiba	360,7	17.925	19.495	19.896	20.301	20.710	26
Areal	111,8	8.228	8.850	9.009	9.170	9.332	13	Marica	363,8	46.545	57.487	60.286	63.110	65.961	39
Armação de Búzios	69,5	8.604	13.186	14.358	15.541	16.734	2	Mendes	77,5	16.598	17.065	17.185	17.306	17.427	9
Arraial do Cabo	158,1	19.866	21.205	21.548	21.894	22.243	13	Miguel Pereira	288,1	19.446	19.961	20.093	20.226	20.360	15
Barra do Pirai	579,8	79.199	84.130	85.391	86.664	87.948	40	Miracema	302,2	25.091	24.581	24.450	24.318	24.185	6
Barra Mansa	548,9	163.418	166.067	166.745	167.429	168.119	59	Natividade	387,3	14.642	15.027	15.125	15.224	15.324	8
Belford Roxo	80,0	360.714	391.456	399.319	407.254	415.262	91	Nilópolis	19,2	158.092	155.846	155.272	154.692	154.107	40
Bom Jardim	386,0	20.630	21.566	21.805	22.047	22.290	27	Niterói	131,8	436.155	447.470	450.364	453.285	456.232	216
Bom Jesus do Itabapoana	600,5	29.873	31.751	32.231	32.716	33.205	12	Nova Friburgo	935,0	167.081	168.805	169.246	169.691	170.140	34
Cabo Frio	404,0	76.311	96.291	101.401	106.558	111.762	47	Nova Iguaçu	559,4	772.442	815.241	826.188	837.235	848.383	178
Cachoeiras de Macacu	958,2	40.208	42.815	43.482	44.155	44.834	22	Paracambi	179,8	36.427	38.827	39.441	40.060	40.686	17
Cambuci	563,2	14.954	14.902	14.889	14.876	14.862	9	Paraíba do Sul	582,2	33.922	33.775	33.737	33.699	33.661	16
Campos dos Goytacazes	4.037,8	376.290	386.847	389.547	392.272	395.022	64	Parati	930,7	23.928	26.475	27.127	27.785	28.448	7
Cantagalo	719,3	19.672	19.024	18.858	18.691	18.522	12	Paty do Alferes	320,0	21.095	22.043	22.286	22.531	22.778	13
Carapebus	306,4	7.238	7.944	8.124	8.306	8.490	28	Petrópolis	776,6	255.468	266.777	269.669	272.588	275.534	46
Cardoso Moreira	516,3	12.819	12.119	11.940	11.759	11.577	24	Pinheiral	77,0	13.485	16.687	17.506	18.332	19.167	2
Carmo	354,7	14.509	15.039	15.175	15.312	15.450	5	Pirai	506,7	20.297	22.228	22.722	23.220	23.723	42
Casimiro de Abreu	462,9	15.650	19.283	20.212	21.150	22.096	58	Porciúncula	302,8	14.561	15.235	15.407	15.581	15.756	4
Comendador Levy Gasparian	107,5	7.059	7.342	7.414	7.487	7.561	7	Porto Real	50,7	8.328	8.596	8.664	8.733	8.803	7
Conceição de Macabu	348,5	16.963	17.953	18.206	18.461	18.719	29	Quatis	286,9	8.798	9.648	9.866	10.086	10.307	5
Cordeiro	116,3	16.321	17.159	17.373	17.589	17.807	21	Queimados	78,0	98.825	106.547	108.522	110.515	112.527	58
Duas Barras	343,5	9.875	9.921	9.933	9.945	9.957	21	Quissamã	717,7	10.467	12.152	12.583	13.018	13.457	13
Duque de Caxias	465,7	667.821	705.462	715.089	724.804	734.609	152	Resende	1.116,2	83.429	91.816	93.961	96.126	98.310	20
Engenheiro Paulo de Frontin	139,4	12.061	12.445	12.543	12.642	12.742	14	Rio Bonito	463,3	45.161	46.223	46.495	46.769	47.046	48
Guapimirim	361,7	28.001	31.674	32.614	33.562	34.519	38	Rio Claro	843,5	13.665	14.289	14.449	14.610	14.773	12
Iguaba Grande	36,2	8.074	9.381	9.715	10.052	10.393	28	Rio das Flores	479,0	6.451	6.383	6.365	6.347	6.329	7
Itaboraí	428,6	139.493	156.786	161.209	165.673	170.177	81	Rio das Ostras	230,3	18.195	26.087	28.106	30.143	32.199	56
Itaguaí	278,3	60.689	68.204	70.126	72.066	74.023	47	Rio de Janeiro	1.264,2	5.480.768	5537124	5551538	5566084	5580764	381
Italva	297,0	12.764	13.110	13.199	13.288	13.379	18	Santa Maria Madalena	817,7	10.850	10.842	10.840	10.838	10.836	6

ANEXO 5 Dados populacionais, geográficos e transportes (cont.)

Itaocara	429,6	22.933	23.204	23.273	23.343	23.413	14	Santo Antônio de Pádua	615,2	33.291	33.954	34.123	34.294	34.467	13
Itaperuna	1.108,4	78.000	81.703	82.650	83.606	84.570	30	São Fidélis	1.030,8	34.581	36.136	36.534	36.935	37.341	14
Itatiaia	225,5	16.073	20.169	21.216	22.273	23.340	10	São Francisco de Itabapoana	1.117,6	38.714	36.401	35.810	35.213	34.611	7
Japeri	82,9	65.723	71.621	73.130	74.652	76.189	21	São Gonçalo	251,3	779.832	822.473	833.379	844.385	855.492	183
Laje do Muriaé	251,2	7.464	7.556	7.580	7.604	7.628	5	São João da Barra	461,9	20.847	26.646	28.129	29.626	31.136	12
Macaé	1.218,1	93.657	109.094	113.042	117.026	121.047	58	São João de Meriti	34,9	425.772	432.581	434.323	436.081	437.854	144

Municípios	Var01	Var02	Var03	Var04	Var05	Var06	Var36
São José de Ubá	251,3	6.057	5.943	5.914	5.885	5.855	6
São José do Vale do Rio Preto	240,6	15.472	15.984	16.115	16.247	16.381	4
São Pedro da Aldeia	358,0	42.400	52.778	55.432	58.111	60.814	39
São Sebastião do Alto	373,2	8.108	8.110	8.111	8.112	8.112	8
Sapucaia	541,7	15.429	16.617	16.921	17.228	17.537	5
Saquarema	355,6	37.888	42.769	44.017	45.277	46.548	33
Seropédica	267,7	52.368	54.414	54.937	55.465	55.998	54
Silva Jardim	940,7	18.141	18.847	19.027	19.209	19.393	28
Sumidouro	396,2	12.977	13.292	13.373	13.454	13.537	1
Tanguá	143,7	23.249	23.330	23.351	23.372	23.393	42
Teresópolis	772,4	120.709	124.223	125.122	126.029	126.944	21
Trajano de Moraes	590,9	10.640	10.603	10.594	10.585	10.575	5
Três Rios	325,4	65.961	66.170	66.223	66.277	66.331	30
Valença	1.308,1	60.805	61.447	61.611	61.777	61.944	21
Varre-Sai	190,3	7.123	7.466	7.554	7.643	7.732	4
Vassouras	553,8	28.649	28.958	29.037	29.117	29.197	24
Volta Redonda	182,8	220.305	229.847	232.287	234.750	237.235	58

Notas:

Var01	Área total (km ²)	1998	IBGE
Var02	População	1991	IBGE
Var03	População	1995	CIDE
Var04	População	1996	IBGE
Var05	População	1997	CIDE
Var06	População	1998	CIDE
Var36	Linhas de ônibus intermunicipais	1997	DETRO

ANEXO 6. Indicadores para comparação da performance sócio econômica

Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF	Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF
									Macaé	1	16,95	1,0	47,61	4.976	41,6	0,0	87,5
Angra dos Reis	1	7,83	1,0	85,00	2.978	37,1	0,0	85,7	Macuco	0	16,80	0,0	16,61	4.691	20,5	0,0	86,8
Aperibé	0	10,47	1,0	53,21	1.657	29,0	0,0	80,7	Magé	0	16,41	1,0	5,29	1.177	7,9	1,0	84,2
Araruama	0	14,23	0,0	28,80	3.732	29,1	0,0	78,5	Mangaratiba	0	18,25	1,0	65,43	9.264	17,6	0,0	83,9
Areal	0	13,58	0,0	19,64	5.264	17,4	1,0	85,2	Marica	1	15,52	0,0	18,65	4.553	15,3	0,0	84,4
Armação dos Búzios	1	1,60	0,0	90,21	1.941	14,1	0,0	80,6	Mendes	0	6,84	1,0	35,33	1.734	18,1	0,0	86,9
Arraial do Cabo	0	8,79	0,0	63,68	3.562	12,7	0,0	87,6	Miguel Pereira	0	10,55	1,0	50,47	4.062	37,1	0,0	84,8
Barra do Pirai	0	13,59	1,0	44,43	4.490	19,0	0,0	88,8	Miracema	0	3,85	0,0	37,11	1.657	21,2	0,0	78,6
Barra Mansa	0	14,42	1,0	9,57	3.997	21,0	1,0	89,6	Natividade	0	6,48	0,0	43,31	1.609	15,6	0,0	77,9
Belford Roxo	0	14,26	1,0	25,63	5.273	3,5	1,0	87,9	Nilópolis	0	10,17	1,0	9,41	4.628	12,1	0,5	94,2
Bom Jardim	0	18,18	0,0	28,96	1.921	16,1	0,0	73,3	Niterói	0	32,08	1,0	0,50	8.326	56,5	1,0	94,6
Bom Jesus do Itabapoana	0	6,63	0,5	25,31	1.351	22,6	0,0	79,8	Nova Friburgo	0	8,25	0,0	50,73	4.412	32,6	0,0	87,8
Cabo Frio	1	14,40	0,0	90,21	3.251	28,6	0,0	86,6	Nova Iguaçu	1	19,45	1,0	2,29	3.871	10,5	1,0	89,2
Cachoeiras de Macacu	0	10,47	0,0	16,22	575	14,3	0,0	77,7	Paracambi	0	8,49	1,0	26,15	1.906	10,0	0,5	80,8
Cambuci	0	7,38	1,0	21,82	1.894	18,4	0,0	73,4	Paraíba do Sul	0	8,72	1,0	3,59	2.055	19,2	0,5	85,0
Campos dos Goytacazes	1	10,22	1,0	27,45	2.906	18,6	0,0	84,5	Parati	1	4,20	0,0	24,50	5.476	11,6	0,0	79,2
Cantagalo	0	8,78	0,0	10,20	6.222	14,2	0,0	79,1	Paty do Alferes	0	8,66	1,0	49,58	2.096	16,7	0,0	72,7
Carapebus	0	30,72	1,0	47,61	3.632	7,1	0,0	74,3	Petrópolis	0	8,81	0,0	38,40	4.818	37,3	1,0	89,8
Cardoso Moreira	0	22,13	1,0	31,49	1.654	11,3	0,0	65,8	Pinheiral	0	1,48	1,0	101,30	770	7,9	0,5	89,0
Carmo	0	4,04	0,5	42,97	18.343	6,1	0,0	76,9	Pirai	0	27,56	0,5	101,30	44.828	18,2	1,0	81,0
Casimiro de Abreu	1	39,88	1,0	68,99	12.747	13,9	0,0	79,9	Porciúncula	0	3,20	0,0	37,44	1.614	9,3	0,0	74,3
Comendador Levy Gasparian	0	8,09	1,0	56,02	2.182	18,2	1,0	84,7	Porto Real	0	7,49	0,0	17,59	9.844	13,6	1,0	83,0
Conceição de Macabu	0	21,34	0,0	1,13	1.115	14,3	0,0	81,9	Quatis	0	4,98	1,0	33,81	900	17,5	0,5	82,5
Cordeiro	0	15,83	0,0	16,61	1.945	23,3	0,0	87,5	Queimados	0	17,45	1,0	112,46	12.510	5,1	1,0	85,0
Duas Barras	0	21,06	0,0	62,26	1.290	7,9	0,0	74,2	Quissamã	0	11,39	1,0	215,90	3.169	8,0	0,0	77,9
Duque de Caxias	0	17,85	1,0	10,29	6.009	10,2	1,0	88,3	Resende	1	6,45	1,0	17,59	11.824	38,5	1,0	89,3
Engenheiro Paulo de Frontin	0	12,45	1,0	3,87	2.034	14,6	0,0	86,0	Rio Bonito	0	22,20	1,0	49,65	548	36,4	1,0	80,8
Guapimirim	0	20,74	1,0	48,95	2.662	14,8	1,0	80,1	Rio Claro	0	9,93	1,0	68,45	14.275	12,0	0,0	74,5
Iguaba Grande	0	27,93	0,0	27,20	7.477	17,0	0,0	88,4	Rio das Flores	0	8,79	0,5	157,27	1.051	26,0	0,0	77,1
Itaboraí	0	19,90	1,0	27,20	3.388	8,2	1,0	83,2	Rio das Ostras	0	32,25	1,0	35,10	10.942	15,7	0,0	78,0
Itaguaí	0	17,51	1,0	46,35	18.969	27,1	0,5	84,6	Rio de Janeiro	1	16,15	1,0	116,28	10.315	45,6	1,0	93,9

ANEXO 6 Indicadores para comparação da performance sócio econômica

Italva	0	15,61	1,0	28,65	2.878	12,0	0,0	76,5	Santa Maria Madalena	0	5,76	0,0	32,05	2.422	6,8	0,0	74,1
Itaocara	0	9,16	0,5	14,56	1.256	22,7	0,0	78,1	Santo Antônio de Pádua	0	7,02	1,0	24,13	3.028	33,2	0,0	79,5
Itaperuna	1	10,38	0,0	7,33	2.651	33,4	0,0	80,9	São Fidélis	0	7,28	1,0	3,03	1.500	18,7	0,0	76,9
Itatiaia	0	6,70	1,0	257,54	15.478	27,1	1,0	85,8	São Francisco de Itabapoana	0	3,73	0,0	13,39	1.602	10,8	0,0	61,7
Japeri	0	7,69	1,0	39,06	710	1,6	0,5	81,1	São Gonçalo	0	19,92	1,0	21,48	3.536	7,4	1,0	91,4
Laje do Muriaé	0	5,73	0,0	64,42	510	12,2	0,0	73,4	São João da Barra	0	6,97	0,5	13,39	3.500	9,7	0,0	80,4

Municípios	AER	ONI	FER	FMU	PIB	VEI	ROD	ALF
São João de Meriti	0	21,81	1,0	6,78	3.349	7,1	1,0	91,4
São José de Ubá	0	7,82	0,0	21,82	4.637	12,4	0,0	68,6
São José do Vale do Rio Preto	0	3,14	0,0	41,55	3.043	14,3	0,0	78,1
São Pedro da Aldeia	0	16,18	0,0	27,20	4.917	12,9	0,0	83,3
São Sebastião do Alto	0	8,88	0,0	45,90	1.272	13,9	0,0	68,0
Sapucaia	0	3,81	0,5	28,26	3.814	7,4	0,0	77,5
Squarema	1	15,51	0,0	0,64	706	21,1	0,0	79,1
Seropédica	0	22,93	1,0	46,35	2.990	3,2	1,0	84,4
Silva Jardim	0	20,20	1,0	61,06	888	7,8	0,0	66,8
Sumidouro	0	0,86	0,0	34,49	3.342	19,5	0,0	67,6
Tanguá	0	27,47	1,0	27,20	7.408	3,9	1,0	77,7
Teresópolis	0	5,92	0,0	14,47	3.426	36,3	0,0	83,6
Trajano de Moraes	0	4,86	0,0	37,55	3.028	8,7	0,0	72,7
Três Rios	1	11,65	1,0	8,65	2.216	31,0	1,0	88,7
Valença	1	8,45	0,5	7,43	3.842	11,2	0,0	87,5
Varre-Sai	0	4,58	0,0	47,65	1.197	7,3	0,0	71,6
Vassouras	1	14,07	1,0	17,06	2.880	23,5	0,0	82,4
Volta Redonda	1	11,97	1,0	129,44	15.591	27,8	1,0	92,4

Notas:

AER Existência de aeroporto – Valor 1 = sim, 0 = não

ONI Linhas intermunicipais que servem ao município dividido pela raiz da população e multiplicado por 100

PIB Estimativa do PIB per capita (renda per capita) do município

ROD Existência ou proximidade de rodovias de pista dupla

VEI Veículos novos (a partir de 1996) licenciados para cada grupo de 1.000 habitantes

FER Existência ou proximidade de linha férrea

FMU Capacidade de investimento. Relação entre as despesas de capital com investimentos e a população

ALF Taxa de alfabetização da população de 15 anos ou mais

ANEXO 7. Tabela de Dados geográficos e as linhas intermunicipais

Municípios	Km2	Linhas	Municípios	Km2	Linhas
Angra dos Reis	816,3	24	Macuco	133,7	13
Aperibé	89,5	9	Magé	386,6	71
Araruama	635,4	37	Mangaratiba	360,7	26
Areal	111,8	13	Marica	363,8	39
Armação de Búzios	69,5	2	Mendes	77,5	9
Arraial do Cabo	158,1	13	Miguel Pereira	288,1	15
Barra do Pirai	579,8	40	Miracema	302,2	6
Barra Mansa	548,9	59	Natividade	387,3	8
Belford Roxo	80,0	91	Nilópolis	19,2	40
Bom Jardim	386,0	27	Niterói	131,8	216
Bom Jesus do Itabapoana	600,5	12	Nova Friburgo	935,0	34
Cabo Frio	404,0	47	Nova Iguaçu	559,4	178
Cachoeiras de Macacu	958,2	22	Paracambi	179,8	17
Cambuci	563,2	9	Paraíba do Sul	582,2	16
Campos dos Goytacazes	4.037,8	64	Parati	930,7	7
Cantagalo	719,3	12	Paty do Alferes	320,0	13
Carapebus	306,4	28	Petrópolis	776,6	46
Cardoso Moreira	516,3	24	Pinheiral	77,0	2
Carmo	354,7	5	Pirai	506,7	42
Casimiro de Abreu	462,9	58	Porciúncula	302,8	4
C. Levy Gasparian	107,5	7	Porto Real	50,7	7
Conceição de Macabu	348,5	29	Quatis	286,9	5
Cordeiro	116,3	21	Queimados	78,0	58
Duas Barras	343,5	21	Quissamã	717,7	13
Duque de Caxias	465,7	152	Resende	1.116,2	20
Eng. Paulo de Frontin	139,4	14	Rio Bonito	463,3	48
Guapimirim	361,7	38	Rio Claro	843,5	12
Iguaba Grande	36,2	28	Rio das Flores	479,0	7
Itaboraí	428,6	81	Rio das Ostras	230,3	56
Itaguaí	278,3	47	Rio de Janeiro	1.264,2	381
Italva	297,0	18	Santa Maria Madalena	817,7	6
Itaocara	429,6	14	Santo Antônio de Pádua	615,2	13
Itaperuna	1.108,4	30	São Fidélis	1.030,8	14
Itatiaia	225,5	10	S.Francisco de Itabapoana	1.117,6	7
Japeri	82,9	21	São Gonçalo	251,3	183
Laje do Muriaé	251,2	5	São João da Barra	461,9	12
Macaé	1.218,1	58	São João de Meriti	34,9	144
São José de Ubá	251,3	6	Volta Redonda	182,8	58
S. J. do Vale do Rio Preto	240,6	4	Varre-Sai	190,3	4
São Pedro da Aldeia	358,0	39	Vassouras	553,8	24
São Sebastião do Alto	373,2	8	Teresópolis	772,4	21
Sapucaia	541,7	5	Trajano de Moraes	590,9	5
Saquarema	355,6	33	Três Rios	325,4	30
Seropédica	267,7	54	Valença	1.308,1	21
Silva Jardim	940,7	28			
Sumidouro	396,2	1			
Tanguá	143,7	42			

Notas: Var01 Área total (km²) 1998 IBGE
 Var36 Linhas de ônibus intermunicipais 1997 DETRO

ANEXO 9. Demanda de Transporte do Estado do Rio de Janeiro - 1998-2004

Período	Transporte urbano					Transporte aéreo (8) (r)	Transporte rodoviário		
	Passageiros Transportados (r)							Passageiros transportados (mil)	Consumo de óleo diesel (7) (m ³)
	Total (mil)	Trens sub. (mil) (4)	Metrô (mil) (5)	Barcas (mil) (6)	Ônibus Mun. RJ (mil)				
1998 (1)	1.346.647	46.411	86.373	21.497	1.192.365	9.561	1.960.631		
Jan	109.436	3.129	5.793	1.692	98.822	779	152.071		
Fev	99.284	2.670	5.396	1.516	89.702	651	129.072		
Mar	119.969	3.300	7.012	1.918	107.739	700	157.760		
Abr	111.934	3.255	6.440	1.780	100.460	735	154.773		
Mai	111.982	3.313	6.554	1.755	100.361	785	175.392		
Jun	105.914	3.296	6.439	1.620	94.560	714	160.270		
Jul	110.056	4.382	7.795	1.930	95.948	870	198.087		
Ago	115.986	4.629	7.453	1.902	102.002	886	162.568		
Set	109.815	4.363	8.194	1.885	95.373	857	166.352		
Out	117.417	4.370	8.449	1.826	102.772	890	185.556		
Nov	111.742	4.630	8.090	1.794	97.229	835	148.598		
Dez	123.112	5.075	8.756	1.880	107.401	858	170.131		
1999 (1)(9)	1.314.739	67.528	106.890	21.718	1.118.603	10.082	2.102.186		
Jan	109.062	4.644	7.764	1.923	94.732	975	174.296		
Fev	101.842	4.175	7.479	1.721	88.467	759	135.713		
Mar	118.922	5.459	9.483	1.929	102.051	819	200.122		
Abr	107.570	4.904	8.363	1.691	92.611	777	153.662		
Mai	113.607	5.335	8.917	1.840	97.515	789	168.364		
Jun	108.058	5.366	8.913	1.506	92.273	767	158.361		
Jul	108.914	5.813	9.281	1.899	91.921	915	163.244		
Ago	109.834	6.145	9.501	1.908	92.280	880	167.741		
Set	107.419	6.371	9.325	1.902	89.821	826	163.120		
Out	106.931	6.295	8.973	1.790	89.874	877	160.073		
Nov	106.540	6.326	9.032	1.750	89.432	843	278.151		
Dez	116.041	6.695	9.859	1.860	97.627	854	179.337		
2000(1)	1.252.720	80.862	113.021	22.173	1.036.665	10.605	2.047.149		
Jan	103.366	6.120	8.813	1.922	86.512	910	151.108		
Fev	107.275	6.367	9.345	1.797	89.766	837	162.957		
Mar	104.400	6.364	9.662	1.955	86.419	908	152.771		
Abr	101.505	6.296	9.224	1.828	84.157	886	161.453		
Mai	108.934	7.052	10.183	1.975	89.724	868	156.015		
Jun	102.265	6.675	9.820	1.849	83.921	826	178.352		
Jul	102.145	6.583	9.105	1.798	84.659	939	158.247		
Ago	108.922	6.941	10.189	2.175	89.616	895	186.486		
Set	100.820	6.927	8.990	1.841	83.063	826	169.692		
Out	106.749	7.288	9.406	1.775	88.280	885	179.913		
Nov	99.081	6.918	8.899	1.583	81.682	876	173.957		
Dez	107.146	7.331	9.273	1.674	88.868	949	216.200		
2001(1)	1.176.644	80.236	109.918	17.796	968.693	11.268	2.216.106		
Jan	100.781	7.075	8.905	1.692	83.109	1.007	181.856		
Fev	88.795	5.908	8.026	1.366	73.496	892	157.061		
Mar	102.563	7.132	9.989	1.467	83.976	960	185.489		
Abr	96.340	6.570	9.018	1.352	79.400	915	172.586		
Mai	101.601	7.446	9.941	1.532	82.682	909	180.443		
Jun	96.078	6.437	9.007	1.426	79.208	868	215.450		
Jul	98.297	6.423	9.170	1.502	81.202	1.031	183.360		

Ago	102.990	6.869	10.011	1.714	84.396	1.007	196.529
Set	94.737	6.549	8.797	1.565	77.826	889	181.757
Out	102.654	7.111	9.647	1.490	84.406	934	191.129
Nov	94.075	6.385	8.672	1.336	77.683	900	181.581
Dez	97.732	6.332	8.737	1.354	81.310	956	188.865
2002(1)	1.128.041	87.682	110.841	18.867	910.650	11.239	2.340.398
Jan	94.850	6.472	8.581	1.572	78.225	1.001	194.233
Fev	81.221	5.441	7.606	1.335	66.840	871	163.668
Mar	95.350	6.748	8.965	1.514	78.124	931	231.098
Abr	95.822	7.321	9.434	1.534	77.533	934	194.619
Mai	96.395	7.402	9.332	1.561	78.100	981	187.076
Jun	88.915	7.053	8.727	1.510	71.624	932	175.725
Jul	98.480	7.950	9.573	1.622	79.336	1.077	191.388
Ago	98.747	8.143	9.904	1.627	79.073	988	204.173
Set	92.912	7.730	9.503	1.524	74.156	900	191.480
Out	100.908	8.586	10.726	1.835	79.761	881	213.808
Nov	90.352	7.430	9.324	1.639	71.959	865	199.862
Dez	94.086	7.405	9.167	1.595	75.919	878	193.269
2003	1.053.002	95.135	113.380	18.093	826.394	10.372	2.188.102
Jan	87.587	6.880	8.612	1.680	70.415	901	178.065
Fev	87.171	6.605	8.883	1.566	70.116	840	181.664
Mar	85.119	6.426	9.211	1.494	67.989	897	169.484
Abr	85.542	7.188	8.935	1.563	67.857	923	180.620
Mai	91.045	8.289	9.755	1.655	71.346	810	188.491
Jun	87.419	8.171	9.291	1.492	68.465	791	176.433
Jul	92.121	8.980	9.945	1.508	71.687	908	190.519
Ago	88.103	8.477	9.547	1.347	68.732	873	180.897
Set	80.119	8.779	10.122	1.393	59.824	828	187.257
Out	94.003	9.102	10.363	1.557	72.982	883	192.413
Nov	84.727	8.112	9.182	1.393	66.039	850	172.038
Dez	90.046	8.126	9.535	1.445	70.941	870	190.222
2004		94.987	120.405			11.247	2.117.129
Jan	81.020	7.198	8.372	1.487	63.964	910	172.566
Fev	76.155	6.410	8.192	1.360	60.194	873	160.272
Mar	91.121	8.246	10.954	1.540	70.382	903	186.336
Abr	81.983	7.347	9.354	1.347	63.934	907	177.259
Mai	85.971	7.933	10.266	1.395	66.377	893	169.593
Jun	85.073	8.219	10.205	1.364	65.285	866	175.415
Jul	83.712	8.432	10.243	1.431	63.606	1.029	177.615
Ago	85.403	8.868	10.761	1.376	64.398	990	181.779
Set	80.789	8.396	10.497	1.448	60.448	923	177.612
Out		8.016	10.251			982	173.579
Nov		7.816	10.434			966	174.975
Dez		8.106	10.876			1.006	190.129

Fontes: ANP - Boletim Mensal de Produção submetido à ANP em 30/07/04, INFRAERO, Companhia Docas, MRS Logística S A, RFFSA - Rede Ferroviária Federal S.A, Ferrovia Centro Atlântica - FCA, SUPERVIA, FLUMITRENS, Opportrans, Barcas S.A, SMTU e TELEMAR.

Notas:

(1) Total anual

(2) Abrangência: Portos de Sepetiba, Forno, Niterói, Angra dos Reis e Rio de Janeiro. Em 1999 o Porto de Forno foi municipalizado. Dados de 2003 preliminares.

(3) Abrangência: Movimentação de Cargas com origem e destino no Estado do Rio de Janeiro. Em 2000 e 2001 a FCA mostra movimentação só na origem. Até setembro de 1999 os dados eram enviados pela RFFSA, a partir de 2000 os dados são enviados pela MRS Logística S A e pela FCA.

(4) Abrangência: Ramais - Deodoro, Santa Cruz, Japeri, Belford Roxo, Gramacho e Vila Inhomirim.

(5) Abrangência: Município do Rio de Janeiro

(6) Abrangência: Linhas Rio-Niterói, Rio-Paquetá, Rio-Ribeira, Mangaratiba-Abraão e Abraão-Angra

(7) Inclui o consumo próprio das cias distribuidoras.

(8) Total de passageiros, embarcados e desembarcados, nos aeroportos do Rio de Janeiro administrados pela INFRAERO.

(9) A partir de 2003 são apresentados apenas os dados da MRS Logística S A

(r) dados retificados

Variações percentuais

No mês = mês de referência/mês anterior

No mês/mês do ano anterior = mês de referência/mesmo mês do ano anterior

Acumulada = janeiro até o mês de referência/igual período do ano anterior

ANEXO 10. Levantamento sobre Terminais Rodoviários

Nome Terminal: _____ Cidade: _____ População: _____ Localização: _____	Área Construída: __ Área do Terreno: __ Pavimentos: _____
--	---

Administração: Privada: Pública Federal: Pública Estadual: Pública Municipal:

1 - Quantidade de Pesquisas / Checagens realizadas por ano

Preferências dos Passageiros		Inspeção das Instalações	
Satisfação do Operador		Satisfação dos Funcionários	
Condições de Funcionamento das Lojas		Utilização dos Serviços Públicos	
Contagem e Classificação de Reclamações		Preços e Produtos de Fornecedores	

2 - Dependências

Banheiros (Capacidade Total em Sanitários)		Lojas	
Plataformas		Guichês	
Estacionamento (Capacidade Total)		Capacidade Total de Assentos	

3 - Existência de Serviços Públicos

Serviços Para-Médicos	<input type="checkbox"/>	Posto Polícia Federal	<input type="checkbox"/>
Posto do Juizado de Menores	<input type="checkbox"/>	Policiamento Local	<input type="checkbox"/>
Posto Policial	<input type="checkbox"/>	Posto Médico	<input type="checkbox"/>
Guarda Volumes	<input type="checkbox"/>	Maleiro	<input type="checkbox"/>
Carregador	<input type="checkbox"/>	Telefone Público	<input type="checkbox"/>
Defesa do Consumidor	<input type="checkbox"/>	Correio	<input type="checkbox"/>
Posto Bancário	<input type="checkbox"/>	Posto de Fiscalização	<input type="checkbox"/>
Serviços Privados (p.ex. Aluguel de Carros)	<input type="checkbox"/>	Atendimento à Turistas	<input type="checkbox"/>

Outro Tipo Qual: _____

4 - Número de Funcionários que Trabalham no Terminal

Próprios		Terceirizados	
----------	--	---------------	--

5 - Escolaridade dos Funcionários

Próprios	Fundamental		Médio		Superior		Pós-graduação	
Terceirizados	Fundamental		Médio		Superior		Pós-graduação	

6 - Reclamações Mais Frequentes

Horários Oferecidos	<input type="checkbox"/>	Acomodações na Área de Desembarque	<input type="checkbox"/>
Tipo de ônibus	<input type="checkbox"/>	Tempo de Viagem	<input type="checkbox"/>
Acomodações das Áreas de Embarque	<input type="checkbox"/>	Atendimento nos Guichês	<input type="checkbox"/>
Serviços de Bordo	<input type="checkbox"/>	Higiene e Limpeza	<input type="checkbox"/>
Iluminação do Terminal	<input type="checkbox"/>	Segurança e Conforto	<input type="checkbox"/>

Outro Tipo Qual: _____

7 - Quando o Passageiro Chega ao Terminal Frequentemente / Usa							
Lojas	<input type="checkbox"/>	Bancos	<input type="checkbox"/>				
Banheiros	<input type="checkbox"/>	Telefones	<input type="checkbox"/>				
Guarda Volumes	<input type="checkbox"/>	Presentes/Lembranças	<input type="checkbox"/>				
Correios	<input type="checkbox"/>	Jornaleiro	<input type="checkbox"/>				
Nenhum	<input type="checkbox"/>	Outros	<input type="checkbox"/>				
8 - Fontes de Receita do Terminal							
Aluguel de Loja	<input type="checkbox"/>	Taxa Estacionamento	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Banheiro	<input type="checkbox"/>	Taxa de Utilização	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Guarda Volume	<input type="checkbox"/>	Repasse de Recursos	<input type="checkbox"/>				
Taxa de Embarque	<input type="checkbox"/>	Outras	<input type="checkbox"/>				
9 - Quanto aos Custos do Terminal							
As Despesas são Classificadas por Centro de Custos?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Os Operadores Pagam em dia o Terminal?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Existe Inadimplência dos Aluguéis das Lojas?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Os Serviços Públicos Favorecem o Faturamento?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Existe Procura para mais lojas?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Consumo médio mês de água (\$)			Consumo médio mês de energia elétrica (\$)				
10 - Oferta e Demanda de Viagens (para o ano de 2005)							
Passageiros Embarcados (em média)			Passageiros Desembarcados (em média)				
Operadores que Utilizam o Terminal			Linhas Administradas pelo Terminal				
Horários de Partida			Horários de Chegada				
Tempo médio de Permanência do Passageiro							
11 - Informações, Reclamações e Sugestões			Ótimo	B o m	Reg u l a r	Ruim	Péssimo
Guichê/Quiosque			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cartazes			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Painéis Luminosos			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Call Center			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Som			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relógios			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Home Site			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cortesia e Presteza no Atendimento			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Serviço de Informações Mostrando Destinos e Horários			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança, Vigilância e Inspeção Individual Eletrônica			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Providências Tomadas para as Reclamações							
Espera atingir Número Específico		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		Age de Imediato		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

Guarda em Sistema Próprio	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Passa para Terceiros	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
13 - Infra-Estrutura e Limpeza		Ótimo	B o m	Regular	Ruim	Péssimo
A Iluminação do Terminal		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza das Áreas Lindeiras (parede externa, fachada, etc)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza das Áreas de Serviços Públicos e Comerciais		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza dos Banheiros e Plataformas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza dos Bancos, Cadeiras e Acomodações		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limpeza do Piso		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segurança Oferecida pelo Terminal é Adequada		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quanto ao Barulho, o Terminal é		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atendimento / Utilização do Comércio é Satisfatório		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilação das Áreas Comuns		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dispersão de Ruídos / Poluição do Ar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facilidade de Utilização das Lixeiras		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação do Lay-out do Acostamento para Chegada / Partida		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação das Plataformas para Manobras/Tarefas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVAÇÕES:						
PESQUISADOR:		LOCAL:		DATA:		