

## **5. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL**

## 5. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO PRINCIPAL

### 5.1. Sistema Viário Principal

Os elementos estruturadores do sistema viário da cidade de Fortaleza correspondem dentro do seu processo histórico de desenvolvimento, à localização da área central, associada ao núcleo urbano surgido ao redor do antigo Forte, à região portuária de Mucuripe e à conseqüente distribuição das linhas ferroviárias e outros caminhos, surgidos da necessidade da ligação com outras regiões do estado e do país.

Estes elementos são responsáveis pelo desenho atual do sistema viário da Cidade de Fortaleza com configuração rádio concêntrica, caracterizada por um conjunto de cinco eixos de ligação externa, constituídos por:

- 1º. No sentido oeste, eixo que estabelece a ligação com o Município de Caucaia composto pelas avenidas Bezerra de Menezes e Mr. Hull com prolongamentos através das rodovias BR-222 e BR-020.
- 2º. Avenidas Augusto dos Anjos e Osório de Paiva que estabelecem, no sentido sudoeste, a ligação com o Município de Maranguape, através da Rodovia CE-065.
- 3º. Avenidas João Pessoa e Godofredo Maciel que, também no sentido sudoeste, através da Rodovia CE-060, estabelecem ligação com os municípios de Maracanaú, Pacatuba e Guaiúba.
- 4º. Avenida Visconde do Rio Branco que, no sentido sul, promove ligação com a região do Aeroporto e o município de Itaitinga através do seu prolongamento natural – Rodovia BR-116. Este eixo rodoviário corresponde à ligação mais importante do Município de Fortaleza com os demais estados do País.
- 5º. Avenidas Barão de Aquiraz, José Hipólito e Washington Soares que no sentido sudeste, através da Rodovia CE-040, estabelecem a ligação com os municípios de Eusébio e Aquiraz.

Por estes eixos entram e saem de Fortaleza e sua região um total de aproximadamente 20 mil veículos<sup>1</sup> por sentido, no período das 5:00 às 23:00 hs. Os volumes mais significativos verificados em pesquisa<sup>1</sup>, no mesmo período, são: BR-116 com uma média de 3.800 veículos por

---

<sup>1</sup> Dados obtidos em Pesquisa Volumétrica Classificada/99 – Cordon Line – realizada em seis postos correspondentes aos eixos externos.

sentido; BR-222 com aproximadamente 2.000 veículos no sentido de Caucaia e 1.800 no sentido do centro; CE-040 com média de 1.700 veículos por sentido.

Estas ligações correspondem aos principais eixos estruturais do sistema viário de interesse metropolitano que ao longo dos últimos anos vem sendo cada vez mais solicitado em função do rápido crescimento das atividades econômicas e residenciais e conseqüentes alterações na dinâmica dos padrões de deslocamento dos fluxos de veículos e pedestres. Dentro da região metropolitana, o Município de Fortaleza destaca-se como responsável por aproximadamente 60% dos empregos gerados pelo setor terciário, predominante na região e concentrado na área do centro, junto à orla marítima.

O prolongamento dos eixos estruturais em direção ao centro de Fortaleza apresentam intensa movimentação de tráfego, segundo os dados de pesquisa disponíveis.

O principal eixo em termos de movimentação de veículos é o da Rodovia BR-116 / Visconde do Rio Branco com aproximadamente 86.000 veículos por dia, seguido pelo eixo Mr. Hull / Bezerra de Menezes com cerca de 60.000 veículos por dia.

Destacam-se, também, os eixos José Bastos / Carapinima, com movimentação diária da ordem de 40.000 veículos e João Pessoa / Universidade, com aproximadamente 26.000 veículos.

O sistema viário nesta área central caracteriza-se por uma região de topografia plana composta por ruas e avenidas dispostas em sua maioria nas direções norte-sul e leste-oeste, configurando uma malha ortogonal praticamente regular. A malha ortogonal estende-se a leste pelo bairro de Aldeota até o tramo leste da ferrovia na região de Mucuripe. Esta parcela do sítio urbano, localizada entre as linhas ferroviárias corresponde à área mais consolidada da região metropolitana, e conseqüentemente é a que concentra os principais problemas relacionados ao trânsito.

A grande maioria das vias localizadas nesta região da cidade possuem sentido único de circulação, operando no esquema “binário”, característica esta condicionada pela insuficiência de seção transversal e facilitado pelo traçado ortogonal predominante.

Dentre as vias que fazem a ligação no sentido leste-oeste na região central destacam-se as avenidas Duque de Caxias / Heráclito Graça e Rua Domingos Olímpio / Av. Antônio Sales, que apresentam, respectivamente, volumes da ordem de 1900 / 1870 e 2100 / 1850 veículos na hora pico da manhã

No sentido norte-sul as avenidas Virgílio Távora, Desembargador Moreira e Dom Manuel apresentam, respectivamente, volumes da ordem de 1850, 2100 e 1750 veículos na hora pico da manhã.

À partir da região consolidada do município e dos eixos radiais descritos, o sistema viário apresenta-se descontínuo, principalmente nas ligações leste-oeste e perimetrais, decorrente dos impedimentos provocados pelas transposições das barreiras físicas e naturais existentes: linha férrea que se desenvolve no sistema radial e grande quantidade de rios e córregos. Vários destes locais constituem-se em pontos de estrangulamento da malha viária.

Através do sistema de circulação existente, a ligação perimetral mais próxima do Centro e da região de Aldeota é constituída por: ao norte pelo eixo viário paralelo à orla marítima composto pelas avenidas Pessoa Anta e da Abolição, sendo que esta última apresenta volume na hora pico de aproximadamente 2.000 veículos; Eng<sup>a</sup> Santana Júnior à leste com volume na hora pico de cerca de 2170 veículos; Pontes Vieira e 13 de Maio ao sul com 2600 veículos na hora pico e Dr. Theberge e Jovita Feitosa à oeste com cerca de 2.040 veículos na hora pico da manhã.

A segunda ligação perimetral é constituída por um conjunto de vias que se articulam parcialmente, de maneira precária, e que têm a função de interligar os corredores radiais e ligar bairros mais afastados da área central. São elas: Av. Cel. Carvalho, R. Demétrio de Menezes, R. Eng<sup>a</sup> Serraine, R. Rui Monte, R. Vitória, R. Cacilda Becker, R. dos Astronautas, R. Luiz Vieira, Av. Valdir Diogo, Av. Walfredo Mello, Av. Pres. Costa e Silva, Av. Thomas Coelho, Av. Jurandir Alencar, R. Joaquim Bento, Av. Washington Soares e Av. Eng<sup>a</sup> Santana Júnior.

Observando-se os dados relativos às velocidades médias, considerando-se apenas o transporte individual, obtidas através de pesquisas em várias rotas ao longo do sistema viário principal, é possível afirmar que a região central e de Aldeota são as que apresentam os trechos mais críticos em termos de velocidade.

Na Figura 5.1 pode-se visualizar as velocidades médias do transporte individual, obtidas através de pesquisa realizada no 1º semestre de 1999, no âmbito deste programa<sup>2</sup>.

A partir dos elementos estruturais descritos e da avaliação funcional das vias definiu-se e classificou-se, em conjunto com técnicos da SMDT e da ETTUSA, o Sistema Viário Principal de Fortaleza, o objeto do presente trabalho. A classificação do sistema viário principal considerou as seguintes categorias de vias:

- Rodovia;
- Expressa;
- Arterial;
- Coletora;
- Local.

Figura 5.1

---

<sup>2</sup> (vide relatório técnico “Programa de Transporte Urbano de Fortaleza - Pesquisa de Velocidade Transporte Individual, PMF, SMDT, elaboração CSL, 1999).

Velocidade do Transporte Individual  
Ano Base 1999

É importante salientar que a classificação resultante das análises efetuadas difere daquela constante no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU-FOR, uma vez que verificou-se diferenciações na avaliação funcional de algumas vias. A título de exemplo, a R. Costa Barros localizada na área central está classificada como via local apesar de operar em “binário” com a Av. Santos Dumont, classificada no PDDU como arterial, no trecho em que esta possui mão única de direção.

A seguir as Figuras 5.2 e 5.3 ilustram respectivamente, o sistema viário principal da RMF e a classificação funcional adotada.

Figura 5.2  
Sistema Viário Principal

Figura 5.3  
Classificação Funcional



## 5.2. Rede Viária de Simulação

A rede viária de simulação consiste na representação de uma malha interligada de nós e segmentos, que possibilita a execução dos algoritmos de simulação de transportes.

A rede viária de simulação representada constitui um subconjunto da rede viária básica 1999, mais completa e detalhada, descrita no Relatório Técnico 04 - Banco de Dados Consolidado, cujos arquivos permitem a representação do Sistema Viário Principal da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF em software de Sistema de Informação Geográfica.

Na elaboração da rede viária foram utilizadas as seguintes fontes de dados:

- Rede viária 1996, do estudo CBTU/METROFOR;
- Mapa viário 1999, elaborado pela ETTUSA, com informações de interseções semaforizadas, redutores de velocidade e sentido de circulação na área central;
- PDDU-FOR, Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza;
- Estudo para implantação das Centrais de Tráfego de Área (CTA) de Fortaleza;
- Levantamentos e pesquisas de campo realizadas (relatórios técnicos RT02, e RT03 e RT04) para levantamento de número de faixas e condições restritivas à circulação dos veículos (conversões à esquerda sem faixa adicional, estacionamento liberado, etc.).

A malha viária definida para a rede de simulação é composta pelos seguintes elementos: centróides, nós, acessos e segmentos viários.

### 5.2.1. Centróides

São os elementos que representam as 172 zonas de carregamento de tráfego, concentrando as origens e destinos de viagem na rede de simulação. Essas zonas de carregamento obedecem a estrutura de banco de dados apresentada no quadro 5.1 a seguir.

**Quadro 5.1**  
**Estrutura do Banco de Dados**  
**Centróides**

Campo	Descrição
ID	Identificação do centróide, correspondente ao número da zona.
Longitude	Longitude do centróide.
Latitude	Latitude do centróide
Num	Campo auxiliar

### 5.2.2. Nós

Os 1843 nós da rede de simulação, caracterizando a intersecção dos segmentos da rede, representando interseções da rede viária, estações ferroviárias ou nós de ligação entre

segmentos que não têm necessariamente uma equivalência física real. A estrutura de banco de dados é apresentada no quadro 5.2.

**Quadro 5.2**  
**Estrutura do Banco de Dados**  
**Nós**

Campo	Descrição
ID	Identificação numérica do nó.
Longitude	Longitude do nó.
Latitude	Latitude do nó.
Num	Campo auxiliar.

### **5.2.3. Acessos**

São 451 segmentos necessários à simulação, não apresentando uma equivalência física real. Esses segmentos são acessos de centróides e interligações entre os modos de transporte.

A estrutura do banco de dados é idêntica à do “layer” de segmentos viários (item 5.2.4), sendo preenchidos apenas os campos necessários à representação dos acessos e transferências.

### **5.2.4. Segmentos Viários**

São os 2829 segmentos representativos principalmente do sistema viário principal da RMF, embora, para facilitar a operação do sistema, estejam representados juntamente com o sistema de transportes sobre trilhos. A estrutura deste banco de dados é descrita no quadro 5.3.

**Quadro 5.3**  
**Estrutura do Banco de Dados**  
**Segmentos Viários**

Campo	Descrição
NoA	Identificação do nó de origem (sentido topológico) do segmento.
NoB	Identificação do nó de destino (sentido topológico) do segmento.
Type	Tipo do link, classificação funcional das vias  10 – vias locais 20 – vias coletoras 30 – vias arteriais 40 – vias expressas 50 – ferrovia 60 – rodovias 70 – rodovia (BR-116)
Tipo	Tipo do logradouro (por exemplo: rua, avenida, etc.)
Título	Título, quando houver, do nome do logradouro (por exemplo, “STA” na Rua Santa Maria)
Nome	Nome do logradouro (por exemplo, “MARIA” na Rua Santa Maria)
Direção	“B”, se o segmento tem a mesma caracterização nos dois sentidos; “U”, se o segmento tem caracterizações diferentes em cada um dos sentidos.
Modo_AB	Modos de transporte que podem se utilizar do segmento, no sentido AB: p – a pé b – ônibus v – lotação i – ônibus intermunicipal c – automóvel t – trem
Nfaixas_AB	Número de faixas do viário, no sentido AB.
VDF_AB	Função “velocidade/volume” associada ao segmento, no sentido AB (campo a ser utilizado na simulação)
Modo_BA	Modos de transporte que podem se utilizar do segmento, no sentido BA.
Nfaixas_BA	Número de faixas do viário, no sentido BA.
VDF_BA	Função “velocidade/volume” associada ao segmento, no sentido BA (campo a ser utilizado na simulação)

A classificação funcional das vias da rede de simulação e suas características físicas foram obtidas através de levantamentos, pesquisas e informações fornecidas pela ETTUSA.

A figura 5.4 ilustra a rede viária de simulação.

No anexo está listada, no formato de arquivo do “software EMME/2”, toda a rede de simulação, a qual inclui todos os elementos anteriormente descritos.

**Figura 5.4**  
**Rede Viária de Simulação**

## **6. ESTUDOS DE DEMANDA E OFERTA**

## 6. ESTUDOS DE DEMANDA E OFERTA

### Aspectos Gerais e Metodologia dos Modelos de Transporte Adotada

Os modelos de planejamento de transportes e a respectiva metodologia de sua aplicação no desenvolvimento do **Programa de Transporte Urbano de Fortaleza**, foi compatibilizada e adequada tecnicamente aos objetivos do **Programa**, tendo como linha mestra a utilização dos resultados da Pesquisa de Origem/Destino de Fortaleza e sua região realizada em 1996, e da sua respectiva consolidação e atualização para o ano base de 1999.

O desenvolvimento dos estudos de demanda e oferta de transporte no **Programa de Transporte Urbano de Fortaleza**, composto dos **Planos de Transporte Público e Metropolitano de Circulação Viária**, está calcado em :

- na utilização de **modelos de planejamento de transportes**, dentro do enfoque clássico dos **modelos de 4 etapas** de planejamento de transporte – **geração, distribuição, repartição e alocação** das viagens nas redes de transportes atual e futuras. Os principais resultados são a obtenção dos fluxos de tráfego e/ou da quantidade de passageiros a serem atendidos pelas redes viária e de transporte coletivo, nas alternativas de projeto analisadas nos planos ao longo dos anos horizonte;
- na aplicação de modelos que possuem a capacidade de simular efeitos de mudanças de políticas e características no sistema, como os modelos baseados em funções logísticas do tipo multinomiais, como é o caso do “**software aplicativo**” **EMME/2**;
- na obtenção, consolidação e validação dos dados sobre as viagens urbanas em Fortaleza e sua região, tendo como linha mestra a consolidação e atualização dos dados da Pesquisa de Origem e Destino de 1996,<sup>(1)</sup> a partir da realização de levantamentos e pesquisas realizadas em 1999, tendo como resultado a obtenção dos dados sobre as viagens totais e motorizadas no ano base de 1999, distribuídas espacialmente em Fortaleza e sua região, nas unidades territoriais de análise – zonas de tráfego – que estão compostas em matrizes de viagens para cada categoria modal analisada;
- na montagem em modelo digital das **redes de simulação** relativas ao **sistema viário principal e do sistema de transporte coletivo** que representam as condições atuais de atendimento de Fortaleza e sua região, denominada de redes de simulação do **ano base – 1999**. Estas redes foram analisadas no âmbito de um processo tradicional de técnicas

(1) Estudo “Pesquisa de Demanda em Transporte de Fortaleza”, CBTU, 1996

usuais denominadas de “**calibração dos modelos de transporte**”, procurando verificar a compatibilização entre os valores obtidos através da simulação, em comparação com valores reais, obtidos através das pesquisas realizadas em 1999 no âmbito do presente estudo e de demais informações levantadas junto à ETTUSA. O processo é iterativo e foi repetido inúmeras vezes, até a obtenção de resultados considerados satisfatórios, onde estão minimizados os desvios observados entre os valores reais e os valores simulados.

Essa metodologia possibilitou a aplicação de um processo contínuo de retro- alimentação dos “vetores iniciais de produção e atração de viagens de 1999”, até que os resultados do processo de alocação de viagens (carregamento), fossem considerados satisfatórios. Com os resultados satisfatórios, foram obtidos os “vetores finais de produção e atração das viagens motorizadas de 1999” e por consequência as **matrizes de viagens, as respectivas redes de simulação viária e de transporte coletivo no ano base de 1999 para Fortaleza e sua região**.

Uma vez concluído o processo de **carregamento para o ano base de 1999** e a obtenção das respectivas **matrizes de viagens atualizadas para 1999**, das **viagens motorizadas em transporte individual e em transporte coletivo**, se desenvolve o processo de “**formulação e calibração dos Modelos de Transporte de Geração, Distribuição e Repartição Modal das Viagens**” .

- na formulação do **Modelo de Geração de Viagens** se busca identificar as **causas (dados sócio-econômicos e de uso e ocupação do solo)** que indicam as **quantidades de viagens (efeitos)** realizadas por zona de tráfego, determinando quais são os fatores que ocasionam ou condicionam um deslocamento entre duas áreas da cidade.

Formulado e calibrado o Modelo de Geração de Viagens, a partir dos dados existentes do ano base de 1999, quantifica-se as viagens produzidas e atraídas em cada zona de tráfego para os anos horizonte, segundo os motivos de viagens considerados – trabalho, escola e outros – tendo como base para realização do deslocamento a residência ou não.

A realização dessa quantificação utiliza como elemento básico, os resultados dos estudos de desenvolvimento urbano e sócio-econômico esperado para Fortaleza e sua Região ao longo do horizonte de projeto, elaborados a partir de cenários prospectivos, da metodologia e projeção das variáveis sócio-econômicas nos anos horizonte (2005, 2010, 2015 e 2020) e de sua espacialização, segundo as zonas de tráfego estabelecidas.

A espacialização é realizada através da utilização de critérios de natureza urbanística, de atendimento a legislação de uso e ocupação do solo, de atendimento a legislação ambiental e critérios de natureza econômica.

Seu resultado compreende na espacialização por zona de tráfego nos anos horizonte (2005, 2010, 2015 e 2020) da população, dos empregos por setor de atividade econômica, da

quantidade de matrículas no 1º, 2º e 3º grau, na quantidade de população ou domicílios por faixas de renda, na taxa de motorização e outros aspectos sócio-econômicos de intensidade do uso e ocupação do solo.

A formulação do **Modelo de Geração de Viagens** utiliza o procedimento metodológico dos **modelos desagregados**, através do emprego da técnica da **análise por categoria**, que se caracteriza como um processo técnico de maior acuidade e que atualmente são amplamente empregados nos países desenvolvidos, caracterizado como uma técnica moderna.

O **Modelo de Geração de Viagens**, calcado na análise de categoria, representa com maior fidelidade os padrões de viagens urbanas, pois correlaciona as produções e atrações de viagens, segundo as modalidades, motivos e bases domiciliar ou não domiciliar, com os grupos de indivíduos, famílias ou domicílios, segundo faixas ou níveis de renda e/ou outros aspectos sócio-econômicos do ano base de 1999, para cada zona de tráfego.

As técnicas tradicionais anteriormente empregadas, compreendiam em modelos agregados, procurando-se correlacionar a produção e atração de viagens com dados sócio-econômicos totais ou médios de cada zona de tráfego no ano base, utilizando as técnicas tradicionais dos estudos econométricos, tais como “a classificação cruzada” que procura analisar as variações nos índices de viagens, ocasionadas pelas variações de duas ou mais variáveis sócio-econômicas. Tradicionalmente as variáveis empregadas são população total, quantidade de empregos total ou por setor de atividade econômica, renda média familiar e renda per capita média, taxa de motorização, quantidade de matrículas total ou por nível de ensino, intensidade do uso do solo.

Dessa forma, a partir do resultados da calibração do **Modelo de Geração de Viagens** – ano base 1999 – e com base nos dados das variáveis selecionadas para os anos horizonte (2005, 2010, 2015 e 2020), aplicando-se o Modelo de Geração de Viagens, obtém-se os vetores de produção e atração de viagens, por motivo e total para estes respectivos anos horizonte.

As análises e procedimentos sobre o **Modelo de Geração de Viagens** serão apresentadas no Relatório Técnico RT-8 Estudos de Demanda e Oferta e Alternativas de Rede.

- Na formulação, calibração e aplicação dos **Modelos de Distribuição e Repartição Modal das Viagens, do tipo Gravitacional e Logit**, respectivamente, onde a obtenção das viagens futuras entre qualquer par de zonas de tráfego será obtida, com base nos resultados do Modelo de Geração de Viagens que gerou os novos vetores de produção e atração de viagens por zona de tráfego nos anos horizonte (2005, 2010, 2015 e 2020).

Como resultado da aplicação dos **Modelos de Distribuição e Repartição Modal** tem-se as **matrizes de viagens** de todos os modos (motorizados) e por categoria modal, basicamente



subdividida entre transporte individual e transporte coletivo, diária e na hora de pico, para os **anos horizonte** (2005, 2010, 2015 e 2020).

As análises e procedimentos sobre o Modelos de Distribuição e Repartição Modal das Viagens serão apresentadas no Relatório Técnico RT 8 Estudos de Demanda e Oferta e Alternativas de Rede.

- Nas **Futuras Redes de Simulação** das alternativas de proposições de **rede viária e de transporte coletivo** para os **anos horizonte** (2005, 2010, 2015, 2020) que atendam aos objetivos almejados dos planos, tais como de priorizar o transporte público na circulação, adoção de novo modelo de tarifação e outros aspectos, denominadas de redes de simulação das alternativas de projeto no anos-horizonte e/ou redes futuras analisadas.

As redes de simulação compreendem, em linhas gerais, na representação em modelo digital em computador da rede viária, dos serviços de transporte coletivo, considerando suas características operacionais, facilidades de integração inter e intramodal, níveis tarifários, conforme requerido pelo “software aplicativo EMME/2”.

As análises e procedimentos sobre as **Redes de Simulação Futuras** serão apresentadas no Relatório Técnico RT 8 - Estudos de Demanda e Oferta e Alternativas de Redes .

Na aplicação dessa metodologia ao longo do desenvolvimento do **Programa**, para as atividades constantes deste relatório **técnico RT 5 – Diagnóstico do Sistema Viário** e do relatório técnico **RT 6 – Diagnóstico do Serviço de Transporte Público**, foi desenvolvida a obtenção das matrizes de viagens no ano base de 1999, das redes viária e de transporte coletivo e os respectivos resultados da alocação de viagens, devidamente calibrados e consolidados.

Os **resultados** referentes aos **serviços de transporte público** estão apresentados e constantes no **Relatório Técnico RT 6 - Diagnóstico do Transporte Público**.

No **presente relatório** estão constantes todos os resultados referentes aos aspectos da **rede viária e do transporte individual no ano base de 1999**.

## **6.2 Pesquisa de Origem/Destino de 1996 e Consolidação dos Dados**

Da análise dos dados originais de Pesquisa de Origem/Destino de Fortaleza e sua Região, realizada em 1996, no estudo “Pesquisa de Demanda de Transporte”, CBTU, constatou-se a necessidade de realizar uma ampla consolidação dos dados, em face de:

- os dados sócio – econômicos por zona de tráfego, relativo a população apresentam número de habitantes em 1996, inferior aos do censo demográfico de 1991, da contagem populacional de 1996 e dos dados e informações por bairros e distritos de Fortaleza, constantes nas informações gerenciais da Prefeitura do Município de Fortaleza;

- os dados relativos a emprego total e por setor de atividade econômica, também apresentavam discrepâncias significativas em relação aos dados disponíveis e as informações da Prefeitura do Município de Fortaleza, e de diversos órgãos das administrações estaduais e municipais;
- os dados relativos a renda e por consequência indicadores da Pesquisa do PNAD do IBGE também continham diferenciações significativas;
- os dados relativos a frota e taxa de motorização apresentava valores conflitantes com as informações disponíveis no Departamento Estadual de Trânsito do Ceará – DETRAN/CE;
- os dados relativos as viagens, constantes dos dados originais da Pesquisa – resultados da amostra – não possibilitavam a montagem de matrizes de viagens de pessoas no transporte individual e no transporte coletivo;
- os dados relativos as viagens, constantes das matrizes de viagens mencionadas nos relatórios técnicos, utilizavam uma taxa de ocupação de 2,51 passageiros por veículo para o transporte individual, totalmente diferenciada dos valores constantes das pesquisas de ocupação e de Origem/Destino executadas em 1996, 1997 e 1999;
- os resultados do carregamento que indicavam diferenciações significativas entre os valores simulados com os valores reais observados em 1996.

A identificação desses aspectos conduziu a necessidade de desenvolver uma ampla gama de atividades, empregando como elemento - chave a reavaliação dos dados originais – amostra executada. Comparando-os com dados existentes de 1996, identificou-se a existência de valores com níveis de discrepância não aceitáveis, que conduziram a avaliação e o restabelecimento de novos dados sócio-econômicos por zona de tráfego em 1996, conforme apresentado no subitem 6.5 a seguir.

Em termos dos dados sobre as viagens, também foi necessário elaborar análises sobre os dados amostrais, compara-los com os resultados de outras pesquisas, dados e informações disponíveis sobre os serviços de transporte coletivo de 1996, do desempenho da rede viária em 1996, do fluxo de tráfego ao longo dos principais corredores de transporte e tráfego em 1996, que conduziram ao desenvolvimento do seguinte processo:

- montagem de uma rede de simulação de 1996, a partir das informações fornecidas pelo mencionado estudo, no padrão estabelecido no trabalho em pauta, empregando os “softwares” MAPINFO e EMME/2;
- inclusão no banco de dados de 1996, de todos os dados de pesquisa e informações disponíveis da época, sobre fluxo de tráfego, em termos de contagens de veículos por trecho da rede, quantidade de passageiros transportados por modo e outros.
- reelaborar todo o processo de calibração das redes viária e de transporte coletivo, de forma a obter as novas matrizes de viagens consolidadas total e por modo, em 1996, conforme apresentado no subitem 6.5.

### **6.3 Montagem, Simulação e Calibração das Redes Viária e de Transporte Coletivo**

### 6.3.1 “Software aplicativo empregado EMME/2

O “software” a ser empregado no presente estudo é o EMME/2, que é um modelo de planejamento de transportes que permite grande flexibilidade para o analista, principalmente quanto à estruturação da rede de simulação e às facilidades de utilização de processos gráficos e interfaces interativas com os usuários.

O EMME/2 oferece ao planejador um conjunto de ferramentas para a modelagem da demanda de transporte, modelagem e análise de redes multimodais, e procedimentos de avaliação de projetos de transporte. O modelo é também um poderoso sistema de auxílio à tomada de decisões, permitindo ao mesmo tempo atividades de descrição, análise e comparação entre alternativas e cenários testados.

Neste sentido, o EMME/2 conta com inúmeros recursos de comparação de cenários futuros, podendo refletir mudanças na rede viária e/ou de transporte coletivo, ou nas características sócio-econômicas da região estudada. Para estas comparações, o software utiliza recursos de visualização, o que aumenta a capacidade do analista em conduzir as simulações.

A infra-estrutura de transportes que serve a área de estudo é representada por uma rede de serviço multimodal. Os parâmetros de caracterização da rede de serviço são os modos de transporte, a rede viária básica, movimentos de conversão e linhas de transporte público.

Qualquer um desses dados pode ser modificado a qualquer instante, através do uso de editores gráficos interativos, arquivos em “batch” preparados à parte ou dos poderosos recursos do Calculador de Rede de Serviço. Diversos valores diferentes de dados podem ser especificados para cada um dos nós, links, movimentos de conversão e linhas de transporte público. Eles podem ser utilizados para conduzir operações de aplicação de dados específicos para verificação dos valores resultantes. Cada cenário de rede de serviço consiste da descrição de um conjunto completo de dados de rede de serviço, descrevendo os modos, nós, linhas, conversões, veículos e linhas de transporte público.

Todos os dados relativos às zonas de tráfego (tais como demanda, variáveis sócio-econômicas ou impedâncias) são estocados em escalares, vetores ou matrizes completas. O tratamento uniforme e consistente de todos os dados matriciais é a chave para o uso eficiente da manipulação de matrizes e das ferramentas de análise fornecidas pelo EMME/2. O agrupamento de zonas de acordo com diversos critérios pode ser utilizado para simplificar a entrada e acesso de dados e para produzir “saídas” agregadas.

Todas as funções utilizadas no EMME/2 (demanda, volume-retardamento, tempo de transporte público, isócronas, penalização por conversão) são especificadas pelo usuário sob a forma de expressões algébricas. Uma vez que tais funções são elementos da base de dados de aplicação, elas podem ser manipuladas com tanta facilidade quanto os dados de matrizes e redes de serviço, dispensando a necessidade de quaisquer sub-rotinas definidas pelo usuário, que tenham que operar ligadas ao programa para o uso de diferentes formatos de funções.

#### **– Os Modelos - A Teoria Lógica Eficientemente Implementada**

O EMME/2 fornece uma estrutura geral que permite a implementação de uma ampla variedade de modelos de previsão de viagens - variando desde simples alocações rodoviárias ou de tráfego ou da clássica modelagem de quatro etapas (geração, distribuição, repartição modal, alocação) até a implementação de procedimentos de equilíbrio multimodal que integram funções de demanda diretamente no processo de alocação. O EMME/2 permite ao planejador usar os modelos de sua escolha, de forma sequencial ou simultânea, para suprir suas necessidades de visão da análise que está sendo conduzida.

Virtualmente qualquer modelo de demanda pode ser facilmente implementado utilizando o Calculador Matricial isoladamente ou combinado com as ferramentas de balanceamento bi ou tridimensional de matrizes.

O procedimento de alocação viária fornecido pelo EMME/2 é um método de construção de árvores de equilíbrio com demanda fixa ou variável. Muitas aplicações de caminhos específicos e de atributos de links podem ser computadas adicionalmente aos resultados usuais da alocação.

A alocação de transporte público “multi-rotas” é baseada no conceito de estratégias ótimas. É fornecido suporte para a modelagem refinada de diferentes percepções de usuários dos componentes dos tempos de viagem.

Os procedimentos de alocação do EMME/2 são baseados nos últimos desenvolvimentos técnicos, e asseguram ao usuário a obtenção de resultados consistentes para a comparação e avaliação de cada cenário proposto.

#### **– As Ferramentas - um Recurso de Trabalho do Planejador**

No EMME/2, todas as funcionalidades são fornecidas sob a forma de “ferramentas”. Cada “ferramenta” agrupa uma classe geral de operações, em um contexto de utilização livre. Assim, as ferramentas podem ser usadas e combinadas livremente pelo planejador, de modo a obter respostas exatas para suas necessidades.

As ferramentas gráficas incluem os numerosos módulos de plotagem de redes de serviço, os geradores de gráficos cartesianos e histogramas e os construtores interativos de caminhos mínimos.

O Calculador de Rede de Serviço avalia expressões combinando atributos de links, nós e linhas de transporte público, incluindo os resultados das alocações para um ou mais cenários. É uma ferramenta que pode ser usada para uma grande variedade de aplicações, que incluem a validação, calibração, plotagem a cores ordenada e implementação de métodos de avaliação e análise de impactos.

O Calculador Matricial avalia expressões contendo dados baseados em zonas de tráfego. Além de sua utilização para implantação de modelos de demanda, ele também pode servir para a implementação de métodos de avaliação baseados em níveis de serviço e demanda. Processos avançados de balanceamento complementam o Calculador Matricial.

O uso repetitivo de qualquer um dos módulos do EMME/2 pode ser automatizado através da utilização dos poderosos recursos de macro fornecidos. Computações longas e complexas podem ser conduzidas sem a intervenção do usuário, através da utilização de um arquivo macro de diálogo. Até mesmo o mais complexo de previsão de viagens, pode ser contido em uma simples macro.

#### – *Os Recursos do EMME/2*

##### Construção de Base de Dados:

- Digitalização de redes de serviço diretamente a partir de mapas - no presente caso utilizar-se-á uma interface com GIS - MAPINFO para realização da digitalização de todas as informações;
- Fácil conversão da rede de serviço existente e de matrizes de dados;
- Consistência completa de avaliação dos dados durante a entrada;
- Validação visual e lógica dos dados;
- Editores gráficos interativos para refinamentos e atualizações de base de dados.

##### Sistema de Informações Urbanas:

- Integração de qualquer rede de serviço ou dados de zonas de tráfego disponíveis, tais como pesquisas de tráfego, informações sobre a oferta e demanda de serviços dos transportes coletivos ao longo dos principais corredores (no caso do serviço de ônibus) e nas linhas dos sistemas estruturais sobre trilhos, características de pavimento, através de atributos definidos pelo usuário. No presente caso, a utilização desse procedimento de integração será amplamente utilizada para o processo de calibração das redes viária e de transporte coletivo;
- Análise locacional das infra-estruturas existentes ou futuras;
- Computação e exibição (display) de caminhos de custo mínimo de acordo com qualquer função de custo;
- Poderosas funções de consulta de redes de serviço.

##### Multimodalidade

- Automóvel, caminhões, transporte público e modos auxiliares de transporte público;
- Todos os modos integrados em uma rede de serviço consistente;
- Até 30 modos diferentes;

- Definição de subconjuntos de modos aplicáveis para link individual;
- Diversos tipos de veículos para cada modo de transporte público.

#### Facilidade de Acesso aos Dados

- Visualização gráfica e listagens de todos os aspectos da base de dados;
- Comandos gráficos poderosos, incluindo janelas, transposições, “zoom” e mudanças de escala;
- Seleção de sub-redes de serviço com base em atributos relevantes de redes de serviço;
- Seleção de sub-matrizes com base em atributos geográficos e numéricos.

#### Alocação de Tráfego - Características de alocação por equilíbrio consistente:

- Análise generalizada de seleção de links;
- Matrizes de sub-áreas link a link;
- Alocação com demanda variável;
- Alocações parciais;
- Modelagem flexível de faixas exclusivas de tráfego e de caminhões;
- Integração com a rede de serviço de transporte público.

#### Alocação de Transporte Público: alocação multi-rotas baseada em características de estratégias ótimas

- Integração de links de deslocamento a pé;
- Alocação e sub-redes de serviço correspondentes a subconjuntos de modos;
- Parâmetros com a rede de serviço de automóveis;
- Matrizes de atributos de viagens;
- Análise desagregada de viagens de transporte público.

#### Modelagem de Demanda

- Módulos de geração de viagens, distribuição e escolha modal agregados e desagregados;
- Inexistência de restrição a quaisquer formatos funcionais de modelos de demanda utilizados;
- Combinação de diversos passos de modelagem de demanda em um único procedimento macro;
- Integração de modelos de demanda com o equilíbrio de redes de serviços multimodais.

#### Funções / Expressões

- Inexistência de limitações a formatos funcionais utilizados;
- Conjunto completo de operadores aritméticos, lógicos e de comparação;
- Funções intrínsecas de grande capacidade;
- Recursos para otimização de sub-expressões;
- Conjuntos integrados de volume-retardamento, penalidades de conversão, tempo de viagem de transporte público e funções de demanda.

### Calibração e Avaliação

- Displays gráficos de todos os valores de resultados;
- Sumarizações gráficas diretas de diferentes cenários de redes de serviço;
- Acesso a resultados em modulações de cálculo;
- Análise de atributos individuais de viagens;
- Acessibilidade dentro de limites de tempo fornecidos;
- Comparações de valores observados em gráficos cartesianos e histogramas.

### Importação / Exportação de Dados

- Uso de resultados de alocações como entrada para modelos de microsimulação e modelos de dimensionamento de semáforos;
- Intercâmbio de dados com sistemas de informações geográficas – SIG;
- Extratos de dados consistentes de sub-áreas para uso em bases de dados de projeto orientadas;
- Conversão de matrizes de dados entre diferentes níveis de agregação de Zonas de Tráfego.

### Calculadores de Redes de Serviço e Matrizes

- Cálculos interativos para links, nós, linhas de transporte público e matrizes de dados;
- Expressões que permitem a combinação de atributos utilizando operadores matemáticos, lógicos e de comparação de grande capacidade;
- Cálculo e comparações utilizando dados e resultados de outros cenários;
- Importação de atributos de arquivos externos;
- Implementação de métodos de avaliação econômica e análise de impactos.

### **6.3.2. Montagem das redes de simulação**

A partir da montagem em arquivo digital, das rede viárias e de transporte coletivo, desenvolvidas no "software" MAPINFO, foram executadas tarefas visando a complementação dessa base de representação das redes de simulação com os parâmetros de entrada do EMME2.

Foram realizadas todas as tarefas de elaboração e adequação dos "links" e rotas dos serviços de transporte coletivo, atributos, funções, parâmetros, condições de acessos aos modos e outros aspectos específicos do "software" EMME2.

Para o desenvolvimento destas tarefas foi desenvolvida uma interface MAPINFO / EMME2, em linguagem de programação MapBasic, que tem como finalidade básica a transferência de dados e informações do MAPINFO para o EMME2 e vice-versa.

Conjuntamente com esse processo foram verificadas as condições de representatividade da rede EMME2, em termos de ligações viárias, interligações ou representações dos serviços de transporte coletivo, etc.

#### **6.4. Consolidação e Montagem Final da Rede Viária de Simulação - Ano Base 1999**

O processo de criação da rede de simulação e consolidação dos dados a ela referentes foram centralizados no “software MAPINFO” devido à facilidade de edição, verificação e análise dos dados e informações que os softwares de informações geográficas possibilitam.

Nos bancos de dados do MAPINFO foram associados à representação espacial dos sistemas viário, ferroviário e linhas de transporte coletivo dados referentes aos processos de identificação, simulação e análise representados por:

- Informações de identificação do sistema de transportes;
- dados diretamente relacionados à representação da rede de simulação no “software EMME/2”, através de: nó origem, nó destino, comprimento, modos de transportes que podem utilizar o segmento, tipo, número de faixas, função Volume x Tempo no “link”;
- dados de caracterização física e funcional dos sistemas de transporte da RMF;
- dados de operação do sistema viário da RMF, especificamente contagens volumétricas classificadas e velocidades;
- dados referentes a definição/identificação dos itinerários de ônibus e lotações ao longo do sistema viário principal;
- dados operacionais das linhas de ônibus e lotações da RMF;

Apesar das informações estarem centralizadas no “MAPINFO”, o processo de simulação é realizado no “EMME/2”, software que comporta as rotinas e algoritmos da modelagem de transportes. Assim sendo, é necessário que as informações dos bancos do “MAPINFO” sejam transferidas para o formato compatível, isto é, arquivos com a formatação requerida pelos módulos do “EMME/2”.

Com a finalidade de realizar a transferência de dados “MAPINFO-EMME/2” de forma simples, rápida e confiável, obedecendo ao formato pré-estabelecido necessário, foi desenvolvida um programa para realizar essa interface.

##### **6.4.1. Interface “MAPINFO – EMME/2”**

A interface “MAPINFO-EMME/2” é estabelecida através de um programa denominado de Exprede, desenvolvido em linguagem “Mapbasic”. Essa linguagem foi especificamente



desenvolvida para trabalhar os arquivos do MAPINFO e, conseqüentemente, os bancos de dados estruturados para cada “layer”.

Um primeiro módulo do programa “Exprede” executa a exportação da rede de simulação a partir dos “layers” de centróides, nós, acessos e segmentos viários. Nesse módulo é gerado um arquivo texto no formato de entrada do “EMME/2”. O quadro 6.1 apresenta o formato de parte do arquivo de rede “EMME/2”, composto nos seguintes blocos:

- Blocos 1 e 2 - Sequência de Centróides e Sequência de nós:
  - a primeira coluna significa que um nó está sendo adicionado;
  - a segunda coluna, quando preenchida pelo caractere \*, indica que o nó é um centróide;
  - a terceira coluna é o número identificador do nó;
  - a quarta e quinta coluna trazem a longitude e latitude, respectivamente, do nó apresentado.
  
- Bloco 3 - Sequência de Segmentos, onde as colunas, indicam pela ordem:
  - que um nó está sendo adicionado;
  - nó origem do “link”;
  - nós destino do “link”;
  - comprimento do “link”;
  - modos que podem utilizar o “link”;
  - tipo do “link”;
  - número de faixas do trecho;
  - código da função “velocidade / volume”;
  - 3 campos auxiliares.

**Quadro 6.1**  
**Rede EMME2**  
**Exemplo de Formato de Arquivo**

[illegible]

Um segundo módulo do programa “Exprede” prepara o arquivo que descreve o sistema de linhas de transporte coletivo, que neste estudo é composto por linhas de trem, ônibus e lotações.

A partir dos “layers” de itinerários do sistema de transportes é gerado um arquivo texto no formato de entrada do “EMME/2”, descrevendo, para cada linha, a sequência de nós que define o itinerário e as informações operacionais necessárias ao modelo de simulação.

O quadro 6.2 ilustra o formato de parte do arquivo utilizado para representação das linhas de transporte coletivo no EMME/2.

As linhas são descritas, no bloco de sequência de linhas. A primeira linha traz a caracterização da linha nos campos, por sequência:

- caractere “a”, indica que uma linha está sendo adicionada;
- código da linha;
- modo;
- tipo de veículo;
- headway;
- velocidade;
- nome;
- 3 campos auxiliares.

A partir da segunda é indicada a sequência de nós percorrida pela linha, com a variável “dwt” dando o tempo de parada no nó e a variável “ttf” indicando o código da função de tempo para o segmento de linha.

**Quadro 6.2**  
**Linhas de Transporte Coletivo - EMME2**  
**Exemplo de Formato de Arquivo**

<i>Cabeçalho</i>	c EMME/2 Module: 2.24(v9.01) Date: 99-10-06 15:19 User: E746/CSL.....rj c Project: PROGRAMA DE TRANSPORTE URBANO DE FORTALEZA c Scenario 60: nova rede import 06-10-99 t lines init
<i>Sequência de linhas</i>	a'011i 'b 1 4.00 20.00 'CIRCULAR 1 ' 42894 0 0 path=no 1401 dwt=.01 ttf=1 1428 1519 1539 1555 1589 1644 1725 1817 3809 1866 1840 1873 1895 1919 1965 1992 2031 2043 2088 2109 2130 2146 2171 2203 2221 2232 2273 2294 2342 2337 2332 2324 2316 4310 2309 2306 2222 2147 2086 1998 2021 2029 2037 2041 2052 2061 2071 2083 2036 2027 2020 1922 1890 1837 1776 1736 1694 1647 1593 1545 1499 1392 lay=5 a'011v 'b 1 4.00 20.00 'CIRCULAR 1 ' 2915.1 0 0 path=no 1392 dwt=.01 ttf=1 1381 1375 1355 1344 1330 1319 1285 1244 1178 1162 1174 3744 1194 1218 3734 3731 3732 3733 1227 1226 1217 1210 1239 1271 1309 1283 1263 1235 1224 1294 1305 1340 1401 lay=5 a'013i 'b 1 12.00 20.00 'AGUANAMBI 1 ' 287.23 0 0 path=no 2460 dwt=.01 ttf=1 4011 2524 2408 2388 2342 3802 4314 2075 1981 1935 1854 1798 1771 1688 1642 1540 1491 1443 1396 1336 1291 1269 1248 3743 1218 3734 3731 3732

## 6.5. Consolidação dos Dados da Pesquisa de Origem/Destino de 1996 e Matrizes de Viagens em 1996

### 6.5.1. Consolidação dos dados da Pesquisa de Origem/Destino de 1996

No desenvolvimento do Programa de Transporte Urbano de Fortaleza uma das linhas básicas dos procedimentos metodológicos adotados foi o de utilizar os resultados da Pesquisa de Origem/Destino sobre transportes, realizada em 1996, em face de :

- apresentar resultados recentes - período inferior a 3 anos – onde usualmente não ocorrem alterações significativas de uso e ocupação do solo e suas consequências na estruturação e distribuição das viagens;
- empregar metodologia usual e tecnicamente adequada para levantamentos dessa natureza – amostra estabelecida é de 5 mil domicílios;
- possuir abrangência regional e com um nível de desagregação em Fortaleza, bastante satisfatório – basicamente cada bairro de Fortaleza corresponde a uma zona de tráfego;
- apresentar dados sócio-econômicos e de viagens num nível de espacialização e de desagregação extremamente pormenorizado – são dados e informações que tradicionalmente as fontes secundárias não dispõem;
- possibilitar a utilização de metodologia clássica de planejamento de transporte de 4 etapas, através da formulação e aplicação dos **modelos de geração, distribuição, repartição e alocação de viagens** – face a disponibilidade de informações sobre a demanda total de viagens e não apenas a demanda manifesta, identificada através de levantamentos e pesquisas nos modos de transporte utilizados;
- possibilitar a utilização de “softwares aplicativos” voltados para o planejamento de transporte e planejamento urbano, tais como o **MAPINFO** e principalmente o **EMME/2** anteriormente já mencionado e apresentado neste relatório;
- apresentar resultados das demais pesquisas realizadas conjuntamente com a Pesquisa O/D em 1996, tais como:
  - pesquisa de contagens e entrevista no Cordon Line - para obtenção de dados sobre as viagens externas – internas e externas – externas a Fortaleza e sua região, envolvendo inclusive dados e informações sobre as viagens de caminhões que demandam à Fortaleza e sua região;
  - pesquisa da linha de travessia (norte/sul) e em diversos locais dos corredores de transporte de Fortaleza - identificando fluxos dos veículos, quantidade de passageiros transportados no serviço de ônibus urbano, táxi, moto táxi e lotações, possibilitando a aferição dos modelos de transporte e a identificação do desempenho operacional da rede viária e do serviço de transporte público;
- possibilitar que a atualização para o ano base de 1999, fosse executada segundo processo metodológico técnico adequado e com nível de confiabilidade satisfatório.

Esse processo ocorre com aplicação dos modelo de distribuição de viagens, através de projeção dos dados sobre demografia e emprego, que possibilitam o estabelecimento de variação para cada zona de tráfego. Como também pela aplicação da modelo de alocação de viagens nas redes simuladas, executando a técnica denominada de “calibração dos

modelos”, buscando obter valores simulados próximos aos valores reais observados – pesquisas realizadas – analisando a consistência da variação do fluxo de tráfego e da quantidade de passageiros transportados nos diversos motorizados ao longo do período.

Como atividade integrante para atualização dos dados foi estabelecido um amplo programa de pesquisas e levantamentos, conforme apresentado no capítulo 2 do presente relatório, executado no âmbito do presente estudo, bem como adicionado por um amplo programa de pesquisas complementares para auxiliarem as análises do diagnóstico da rede viária e do serviço de transporte público (as pesquisas referentes ao transporte público estão apresentadas no Relatório Técnico RT6) .

No desenvolvimento de outras atividades para atualização dos dados de 1996 para 1999, tais como:

- análise dos dados sócio-econômicos - população, emprego, renda média familiar, quantidade de automóveis por zona de tráfego;
- análise dos dados sobre a quantidade de passageiros transportados nos serviço de ônibus urbano de Fortaleza e interurbano do demais municípios integrantes da região metropolitana de Fortaleza;
- análise dos índice de ocupação empregado em comparação com aqueles observados nas pesquisas de 1996 e 1999;
- e em outras tarefas.

Observou-se que havia discrepâncias nos dados sócio-econômicos e de viagens expandidos. O grau de significância e de amplitude das discrepâncias, sinalizaram que era necessário e recomendável consolidar os resultados de 1996, para posterior executar a atualização para 1999.

Foram desenvolvidas diversas avaliações e consistências no banco de dados da Pesquisa de Origem/Destino de 1996, em arquivo digital. O banco de dados contém desde os registros básicos das entrevistas – amostra -, os fatores de expansão a serem empregados por tipo de domicílio, por zona de tráfego e depois da expansão, os resultados expandidos dos dados sócio-econômicos e de viagens.

As análises desenvolvidas abrangeram a verificação das informações constantes nos 4928 domicílios entrevistados, abrangendo as 33.647 entrevistas. Essas análises envolveram todas as informações constantes procurando validar e aceitar os dados básicos da pesquisa – amostra - em termos dos domicílios pesquisados, entrevistas realizadas e aceitas, fatores de expansão empregados, indicadores de controle sobre os dados sócio-econômicos e de viagens e outros aspectos.

Os dados analisados da amostra para serem considerados válidos foram consistidos, empregando-se diversos critérios que estabeleciam “linhas de corte/aceitação”, tais como:

- consumo de energia e tipo de domicílio versus a renda declarada dos entrevistados;
- propriedade ou direito de utilização de automóvel versus renda e tipo de viagens realizadas;
- os locais de origem e destino das viagens versus os locais de residência e emprego;
- as viagens realizadas e os modos utilizados versus a propriedade de automóvel e a acessibilidade aos serviços de transporte público;
- os locais de origem e destino versus distância percorrida no caso das viagens a pé;
- e outros critérios.

Os dados revalidados, corrigidos e/ou ajustados, ou não aceitos, foram redigitados, reprocessados e expandidos de forma a obter os novos resultados da Pesquisa de Origem/Destino de 1996, tanto os sócio-econômicos, como os de viagens.

Para essa avaliação dos novos dados sócio-econômicos e viagens expandidos, de forma a gerarem a revisão e consolidação dos dados da Pesquisa O/D de 1996, foram levantadas e coletadas informações que possibilitaram o estabelecimento de parâmetros de controle e de consistência, também para os dados consistidos e expandidos. Os novos resultados expandidos foram comparados com dados de controle e validação das informações a nível global, por município, distrito ou bairro. Entre esses dados e informações levantadas destacam-se:

- dados de população por município e distrito da Região Metropolitana, exceto de Fortaleza, do censo demográfico de 1991 e da contagem de 1996 do IBGE, informações da administração estadual do Ceará;
- dados de população em Fortaleza por distrito e bairro, do censo demográfico de 1991 e da contagem de 1996 do IBGE, informações da administração municipal de Fortaleza;
- dados sobre a quantidade de empregos por setor de atividade estadual do Ceará, com base e dados e informações disponíveis das administrações estadual e municipal e da Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio – PNAD do IBGE;
- dados sobre a frota de veículos automotores em Fortaleza e nos demais municípios da região Metropolitana;
- dados sobre renda média familiar e renda per capita, com base em informações das administrações estadual e do município de Fortaleza;
- dados sobre a quantidade de passageiros transportados nos serviços de transporte coletivo de Fortaleza e sua região.

A análise desenvolvida possibilitou uma ampla avaliação e consistência geral de todas as informações disponíveis nos bancos de dados originais, avaliando informações relativas aos modos e motivos de viagem, assim como o perfil sócio-econômico das famílias e indivíduos.

Esta análise permitiu a recuperação de vários registros (entrevistas) que apresentavam problemas de tabulação e/ou digitação que não estavam inclusos nos dados anteriores/original da Pesquisa O/D de 1996, aumentando assim a representatividade da amostra da pesquisa.

O desenvolvimento dessa atividade de revisão e consolidação dos dados da Pesquisa de Origem/ Destino em 1996 foi, em linhas gerais, subdividido em duas grande etapas. A primeira relativa aos dados sócio-econômicos, face os mesmos serem determinantes para a expansão dos dados de viagens e sua própria validação.

Os resultados dessa avaliação estão apresentados a seguir nos seguintes subitens, por variável sócio-econômico: população, renda média familiar e frota de automóvel, por zona de tráfego em 1996.

– ***População 1996 – por zona de tráfego***

A revisão dos valores de população por zona de tráfego, em Fortaleza e demais municípios da região, foi desenvolvida utilizando como elementos básicos os resultados do Censo Demográfico de 1991 do IBGE, com os dados das contagens populacionais do IBGE de 1996. Em linhas gerais, esses dados foram comparados com os dados expandidos da pesquisa, quando necessário e apropriado, foram realizados os ajustes requeridos.

No quadro 6.1 são apresentados os valores de população por zona de tráfego, zona de carregamento, bairro e município, consolidados para 1996 e considerados como válidos. Apenas, a título ilustrativo e para comparação, estão constantes do quadro os valores anteriores.

Na figuras 6.1 e 6.2 também pode ser visualizada, a variação entre os valores de população anteriores e os novos consolidados, por zona de tráfego, em Fortaleza e nos demais municípios, respectivamente, em 1996.

Observando-se os dados apresentados no quadro 6.1 e nas figuras mencionadas, pode-se depreender que no caso de Fortaleza apenas a zona de tráfego 4, correspondente aos bairros de Mucuripe e Varjota, apresentam variações significativas( superiores a 100%). No caso de Mucuripe o valor de população era inferior ao observado no Censo Demográfico de 1991.



Nos demais municípios as variações não são significativas, exceto para as zonas de tráfego 64 e 65, correspondente ao município de Aquiraz, onde as variações foram superiores a 50%.

De forma global e por apenas essas poucas variações significativas, os dados demográficos originais da Pesquisa estavam com nível de validação satisfatório e adequado.

**Quadro 6.1**  
**Região Metropolitana de Fortaleza - RMF**  
**Dados Comparativos de População - Ano 1996**

Zona de Tráfego	Zona de Carregamento	Código - Bairro	Área (km²)	População 1996	
				Estudo CBTU <sup>(1)</sup>	Revisada <sup>(2)</sup>
1	1	Moura Brasil	47	3.137	3.148
	2,172	Centro	303	27.052	27.275
	3		243	6.763	6.819
	5	Praia de Iracema	35	3.620	3.626
2	6	Canindezinho	338	12.858	12.931
	7	Conjunto Esperança	110	13.805	13.837
	9	Parque Pres. Vargas	95	3.176	3.187
	8	Parque Santa Rosa	142	8.457	8.520
3	10	Meireles	98	9.773	5.980
	11		154	15.264	9.339
	12	Aldeota	128	11.926	11.951
	13		181	16.858	16.893
	14		86	7.984	8.001
4	15	Mucuripe	62	10.831	26.719
	16	Varjota	64	8.402	16.705
5	17	Cais do Porto	247	28.232	29.018
6	18	Vicente Pinzon	280	29.656	29.710
7	19	Papicu	543	30.245	20.397
	20	Cocó	337	10.350	10.377
	21	Dunas	488	523	538
8	22	Cidade 2000	53	8.966	9.215
9	23	Dionízio Torres	179	16.818	11.382
10	24	Joaquim Távora	199	27.767	27.853
11	25	José Bonifácio	89	11.373	11.571
12	26	Benfica	143	15.923	15.963
13	27	Farias Brito	84	14.791	14.852
14	28	Granja Lisboa	619	36.704	36.770
	29	Granja Portugal	363	54.270	54.390
	30	Bom Jardim	253	17.579	17.622
	31	Siqueira	297	5.034	5.045
15	32	Jacarecanga	51	6.782	6.768
16	33	Pirambu	69	22.110	22.725
	34	Carlito Pamplona	127	22.682	22.785
	35	Jacarecanga	77	10.173	10.152
17	36	Cristo Redentor	131	34.510	34.742
	37	Álvaro Weyne	154	28.225	28.331
18	38	Barra do Ceará	386	56.388	56.561
19	39	Parquelândia	136	16.573	16.783
	40	Parque Araxá	50	7.258	7.281
20	41	Alaga. São Gerardo	143	13.672	13.711
21	42	Monte Castelo	87	15.402	8.854
22	43	Vila Ellery	58	8.240	8.249
23	44	Presidente Kennedy	177	24.481	24.562
	45	Padre Andrade	130	14.755	14.806
24	46	Jardim Iracema	131	29.797	29.962
	47	Floresta	141	20.927	21.011
25	48	Vila Velha	780	40.188	39.715
	49	Jardim Guanabara	74	16.514	16.601
26	50	Edson Queiroz	506	8.154	8.175
	51	Edson Queiroz	1.095	17.670	17.716
	52	Sapiranga Coité	395	10.170	10.184
27	53	Shopping Iguatemi		0	0
28	54	Salinas	274	3.531	2.552
	55	Guararapes	74	2.076	2.080
	56	Eng. Luciano	401	8.929	8.945
29	57	São João do Tauape	119	32.436	32.536
30	58	Fátima	323	27.462	27.472
	59	Aeroporto	728	8.037	8.056
31	60	Aeroporto /		0	0
32	61	Alto da Balança	85	16.307	16.304
	62	Aerolândia	88	12.677	12.727

**Quadro 6.1 (Continuação)**  
**Região Metropolitana de Fortaleza - RMF**  
**Dados Comparativos de População - Ano 1996**

Zona de Tráfego	Zona de Carregamento	Código - Bairro	Área (km²)	População 1996	
				Estudo CBTU <sup>(1)</sup>	Revisada <sup>(2)</sup>
33	63	Parreão	92	9.495	9.527
	64	Vila União	218	16.501	16.539
34	65	Damas	97	9.731	9.746
	66	Jardim América	71	14.469	14.284
35	67	Bom Futuro	33	7.642	7.680
	68	Amadeu Furtado	89	12.856	12.907
36	69	Rodolfo Teófilo	179	22.196	22.257
	70	Pici	393	25.525	25.597
37	71	Bela Vista	80	14.166	14.309
	72	Panamericano	56	9.605	9.636
38	73	Couto Fernandes	20	2.567	2.558
	74	Demócrito Rocha	75	11.368	11.368
39	75	Campus do Pici		0	0
39	76	Quintino Cunha	294	39.304	39.434
	77	Antônio Bezerra	234	27.877	27.971
40	78	Dom Lustosa	136	12.978	13.016
40	79	Henrique Jorge	181	23.521	23.550
	80	Autran Nunes	101	23.203	23.268
41	81	Genibau	184	25.192	25.274
	82	Conjunto Ceará I	216	26.502	26.598
42	83	Conjunto Ceará II	174	23.574	23.640
	84	Jardim das Oliveiras	268	25.256	25.330
43	85	Cidade dos Funcionários	331	16.059	16.104
	86	Parque Manibura	182	4.452	4.466
44	87	Cambeba	252	4.805	4.812
	88	Parque Iracema	143	3.467	3.470
45	89	Cajazeiras	331	6.889	6.907
	90	Dias Macedo	255	9.812	9.836
46	91	Castelão	178	3.122	3.129
	92	Mata Galinha	51	3.363	3.443
47	93	Serrinha	171	26.554	26.592
	94	Itaperi	118	7.795	7.745
48	95	Dendê	231	1.938	1.941
	96	Itaperi	109	7.200	7.149
49	97	Parangaba	230	18.491	18.497
50	98	Parangaba	159	12.786	12.854
51	99	Bela Vista	15	2.591	2.525
	100	Couto Fernandes	16	2.026	2.010
52	101	Demócrito Rocha	11	1.648	1.699
	102	Montese	191	27.568	27.662
53	103	Itaoca	80	17.538	17.635
	104	João XXIII	141	21.509	21.584
54	105	Bonsucesso	267	32.329	32.435
	106	Jóquei Clube	174	18.928	18.986
55	4	Sabiaguaba	1.343	710	706
	107	Alagadiço Novo	314	6.748	6.758
56	108	Curió	93	6.899	9.923
	109	Guageru	98	4.365	4.354
57	110	Lagoa Redonda	1.822	9.736	9.752
	111	Cambeba Instit.		0	0
58	112	Messejana	670	40.190	40.319
59	113	Coaçu	168	1.979	1.968
	114	Paupina	838	13.100	13.026
60	115	Pedras / Ancuri	885	15.275	15.433
	116	Barroso	369	15.940	15.980
61	117	Jangurussu	1.558	29.384	29.484
	118	Parque Dois Irmãos	450	13.031	13.057
62	119	Passare	747	14.408	14.460
	120	Cid. Pref. José Walter	1.308	30.575	30.730
63	121	Maraponga	168	6.048	6.061
	122	Jardim Cearense	111	7.355	7.376
64	123	Mondubim	1.605	42.025	42.288
	124	Vila Pery	151	20.993	21.067
65	125	Vila Manoel Sátiro	308	32.453	32.532
	126	Parque São José	54	12.269	12.340
66	127	Praia do Futuro I	324	1.873	1.904
	128	Praia do Futuro II	161	2.990	3.045
67	129	UNIFOR		0	0
68	130	Campus do Itaperi		0	0
69	131	North Shopping		0	0
SUB-TOTAL				1.967.007	1.965.513

**Quadro 6.1 (Continuação)**

**Região Metropolitana de Fortaleza - RMF**  
**Dados Comparativos de População - Ano 1996**

Zona de Tráfego	Zona de Carregamento	Código - Bairro	Área (km²)	População 1996	
				Estudo CBTU <sup>(1)</sup>	Revisada <sup>(2)</sup>
62	132	PACATUBA		43.571	43.594
63	133	EUSÉBIO		27.045	27.206
64	134	AQUIRAZ		17.775	30.206
65	135	AQUIRAZ		34.473	22.076
66	138	ITAÍTINGA		25.882	25.886
67	139	GUAIÚBA		17.073	17.060
68	136	MARANGUAPE		53.095	52.979
69	137	MARANGUAPE		29.032	29.085
70	140	CAUCAIA		95.447	95.695
71	141	CAUCAIA		18.425	18.425
72	142	CAUCAIA		21.350	21.350
73	143	CAUCAIA		73.680	73.680
74	144	MARACANAÚ		0	0
75	145	MARACANAÚ		128.070	128.049
76	146	MARACANAÚ		32.018	32.016
		<b>SUB-TOTAL</b>		<b>616.936</b>	<b>617.307</b>
		<b>TOTAL RMF</b>		<b>2.583.943</b>	<b>2.582.820</b>

<sup>(1)</sup> Estudo "Pesquisa de Demanda Em Transporte", CBTU, 1996

<sup>(2)</sup> Elaboração CSL

**Figura 6.1**

**População por Zona de Tráfego Município de Fortaleza**

**Figura 6.2**

**População por Zona de Tráfego RMF – exceto Fortaleza**

### – Renda Média Familiar – por zona de tráfego

Nas figuras 6.3 e 6.4 são apresentados os valores anteriores/originais e os valores revisados/consolidados de renda média familiar em salários mínimo em 1996 por zona de tráfego, em Fortaleza e nos demais municípios da região.

Através da visualização da Figura 6.3 pode-se visualizar que das 60 zonas de tráfego de Fortaleza, cerca de 27% apresentam variações significativas entre os valores anteriores e os novos valores revisados / consolidados de renda média familiar.

Esse percentual abrange 14 zonas de tráfego e apresentam os seguintes valores de renda média familiar em salário mínimo em 1996, em termos de valor anterior e o novo consolidado, a saber:

- 3 bairros Meireles e Aldeota – renda média familiar de 31 e 19 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 6 bairro Vicente Pinzon - renda média familiar de 34 e 12 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 9 bairro Dionízio Torres - renda média familiar de 24 e 15 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 12 bairro Benfica - renda média familiar de 29 e 9 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 21 bairro Monte Castelo - renda média familiar de 15 e 8 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 22 bairro Vila Ellery - renda média familiar de 15 e 11 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 26 bairros Edson Queiroz e Sapiroanga Coité - renda média familiar de 13 e 10 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 29 bairro São João do Taupe - renda média familiar de 18 e 10 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 39 bairro Henrique Jorge - renda média familiar de 13 e 9 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 42 bairros Jardim das Oliveiras, Cajazeiras e outros - renda média familiar de 16 e 7 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente
- 47 bairros Montese e Itaoca - renda média familiar de 16 e 8 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;

- 54 bairro Parque Dois Irmãos e Passare - renda média familiar de 14 e 9 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 57 bairros Parque São José, Vila Pery - renda média familiar de 11 e 5 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente;
- 58 bairro Praia do Futuro - renda média familiar de 10 e 8 salários mínimo em 1996, valor anterior e consolidado, respectivamente.

Através da visualização da Figura 6.4 pode-se visualizar que das 15 zonas de tráfego relativas aos demais municípios da Região Metropolitana de Fortaleza, apenas 3 zonas de tráfego apresentaram variações entre o valor anterior e o consolidado, das quais apenas duas apresentam significância. São aqueles referentes as zonas de tráfego 69 e 71, integrantes dos municípios de Maranguape e Caucaia, respectivamente.

Na Zona de Trafego 69 a variação entre o valor anterior e o consolidado é maior que 500% (renda média familiar era de 34 salários mínimo e o novo valor consolidado é 4 salários mínimos de 1996).

Pode-se observar que, ao contrário dos dados demográficos, as discrepâncias sobre renda média familiar são significativas entre os valores anteriores e consolidados. Esse dado sócio-econômico tem reflexo direto nos fatores de expansão e nos modelos de geração de viagens, com consequências na quantificação das viagens expandidas.



**Figura 6.3**  
**Renda Familiar Fortaleza**

**Figura 6.4**

**Renda Familiar Demais Municípios da RMF**

– **Frota de automóvel – por zona de tráfego**

Nas Figura 6.5 e 6.6 a seguir são apresentadas graficamente a quantidade da frota de automóveis, em Fortaleza e nos demais municípios da região, respectivamente, em 1996 segundo os dados anteriores e os novos valores consolidados.

Observando - se essas figuras pode-se depreender que em termos gerais os valores da frota de automóveis em Fortaleza por zona de tráfego, consolidados são superiores aos valores originais/anteriores em todas as zonas de tráfego. Situação inversa é observada nos demais municípios da região, todos os valores consolidados são inferiores aos valores anteriores.

Também em Relação a frota de automóveis as discrepâncias foram significativas entre os valores anteriores e os consolidados, com consequências diretas nos fatores de expansão das viagens e no modelo de geração de viagens.

**Figura 6.5**

**Frota Automóvel por Zona de Tráfego - Fortaleza 1996**

**Figura 6.6**

**Frota Automóvel – RMF 1996**

### **6.5.2 Matriz de Viagens Consolidada de 1996**

Com base nestas análises e consistências dos valores de população, renda média familiar e frota de automóvel por zona de tráfego para o ano de 1996, foram redefinidos os fatores de expansão de famílias, pessoas e viagens adotados no estudo original, resultando numa nova matriz origem / destino para o ano de 1996, viagens diárias todos os modos e motivos, denominada de matriz inicial.

Essa nova matriz de viagens inicial de 1996, foi alocada às redes de simulação viária e de transporte coletivo que retratavam a situação em 1996, a partir da transformação das viagens diária para a hora de pico da manhã conforme apresentado a seguir.

Para a definição das matrizes de hora pico da manhã - transporte individual e coletivo, foi considerado como critério básico o horário de chegada do total de viagens motorizadas.

O banco de dados das viagens diárias motorizadas foi agrupado em períodos de 2 horas, em intervalos de 5 em 5 minutos, na faixa horária de 5:30 às 10:00 horas, tendo como resultados o total de viagens motorizadas em cada intervalo considerado, desagregadas segundo o modo principal.

O resultado dos processamentos indicou o período das 06:30 às 08:30 como o período de pico da manhã para as viagens motorizadas na Região Metropolitana de Fortaleza - Ano Base 1996 - Matriz Consolidada, conforme pode ser visualizado no quadro 6.2.

Para a obtenção do fator de pico de 1 hora, que representa a hora mais carregada contida no intervalo de duas horas, foi desenvolvido o mesmo procedimento metodológico apresentado anteriormente, resultando num fator de pico horário de 68,8% na faixa horária das 06:40 às 07:40 horas. O quadro 6.3 apresenta os resultados do processamento das viagens motorizadas em período de 1 hora.

Elaborada e transformada a matriz de viagens consolidada em 1996 de diária para a hora pico da manhã, foi aplicado o modelo de alocação de viagens, dando-se o carregamento das redes viária e de transporte coletivo em 1996, obtendo-se os volumes de veículos e a quantidade de pessoas transportadas por modo nos diversos trechos dos corredores de transporte de Fortaleza e sua região.

Estes valores, obtidos através da simulação, foram comparados com os valores reais de 1996, obtidos das pesquisas e levantamentos realizados naquela época. O processo foi repetido inúmeras vezes, procedendo-se a ajustes e calibração na matriz inicial de viagens de 1996, até que foi minimizado o desvio observado entre os valores reais e os valores simulados.

Nas figuras 6.7 e 6.8 a seguir estão apresentados os valores originais e consolidados das viagens diárias total em 1996, em Fortaleza e sua região, nas quais pode-se depreender:

- em 1996 em Fortaleza e sua região eram realizadas 3.211.202 viagens diárias (motorizadas e não motorizadas), segundo os novos dados da matriz consolidada. Os dados originais indicavam que eram realizadas 3.452.747 viagens diárias;
- a diferença entre os dados consolidados e aqueles anteriores é de cerca de 7%, correspondendo a 241.545 viagens diárias - maior diferenciação entre os modos motorizados;
- acréscimo das viagens em transporte individual em 1%, ou seja, 5.425 viagens diárias;
- no âmbito das viagens motorizadas:
  - o modo individual ampliou sua participação e tem um acréscimo de cerca de 19% (da ordem 86.700 viagens diárias) nos dados de 1996 consolidados em relação aos originais;
  - o modal ônibus teve uma redução de cerca de 7% (da ordem de 82 mil viagens diárias)
- nas viagens não motorizadas a diferenciação entre os dados consolidados e originais é de cerca de 14% (da ordem de 226 mil viagens diárias. Destas as viagens a pé representam cerca de 88% (da ordem de 199.350 viagens diárias).

## Quadro 6.2

Região Metropolitana de Fortaleza - RMF

Pesquisa Origem / Destino - Ano 1996

Nova Matriz O/D - Ano 1996 - Período 5:30 às 10:00 hs (2 horas)

FAIXA HORÁRIA	TRANSPORTE COLETIVO				TRANSPORTE INDIVIDUAL				NÃO ALOCADO			TOTAL MOTORIZ.
	1:Trem	2: Barco	3: Ônibus	9: Lotação	6: Autos	7: Pax Au	8: Taxi	10: Moto	11: MT TX	4: Fretado	5: Escolar	
05:30-07:30	10.966	870	229.247	1.100	51.696	37.553	1.442	6.055	1.364	11.667	5.306	357.266
05:35-07:35	10.966	667	229.424	659	52.650	38.121	1.442	6.055	1.364	10.963	5.306	357.617
05:40-07:40	10.966	517	242.609	1.012	56.609	39.692	1.442	7.137	1.453	10.829	5.705	377.971
05:45-07:45	11.230	517	250.111	1.012	59.473	41.208	1.442	7.249	1.453	10.922	5.705	390.322
05:50-07:50	11.433	517	256.155	1.215	63.221	41.489	1.795	7.156	1.453	10.793	5.705	400.932
05:55-07:55	11.320	517	259.578	1.215	64.709	42.156	1.926	7.156	1.453	9.918	5.705	405.653
06:00-08:00	11.996	517	273.084	1.215	67.902	43.483	1.926	7.792	1.453	9.875	5.705	424.948
06:05-08:05	11.043	517	268.739	1.215	69.131	43.356	1.926	7.923	1.453	8.843	5.705	419.851
06:10-08:10	10.883	517	274.162	1.215	71.794	43.911	2.120	8.513	1.453	8.878	5.705	429.151
06:15-08:15	10.396	517	272.952	1.655	72.856	44.106	2.377	8.496	1.453	8.499	5.524	428.831
06:20-08:20	10.026	320	273.712	1.452	74.909	45.123	2.405	8.404	1.396	8.316	5.524	431.587
06:25-08:25	9.957	320	268.433	1.452	73.882	44.882	2.405	8.291	1.396	8.033	5.398	424.449
06:30-08:30	10.190	539	272.406	1.452	76.645	46.110	2.258	8.077	1.396	7.837	5.398	432.308
06:35-08:35	9.918	539	259.220	1.452	74.870	45.402	2.258	7.668	1.396	7.117	5.262	415.102
06:40-08:40	9.958	539	260.296	1.452	74.961	44.791	2.453	7.463	1.396	7.117	5.275	415.701
06:45-08:45	9.288	539	250.639	1.452	74.675	43.807	2.647	7.364	1.259	7.117	4.880	403.667
06:50-08:50	9.288	539	240.922	1.452	73.672	43.565	2.716	6.818	1.259	6.916	4.667	391.814
06:55-08:55	7.957	539	228.975	1.330	70.346	41.804	2.779	6.818	1.259	6.326	3.990	372.123
07:00-09:00	7.535	539	224.545	1.330	70.659	40.967	2.779	6.517	1.356	6.273	3.877	366.377
07:05-09:05	5.977	539	200.958	1.330	67.872	37.030	2.599	6.517	1.356	4.629	2.913	331.720
07:10-09:10	5.833	539	197.022	1.330	65.539	35.069	2.930	6.624	1.356	4.245	2.571	323.058
07:15-09:15	5.293	539	184.901	1.771	60.096	31.201	2.816	6.188	1.085	4.044	2.178	300.112
07:20-09:20	5.184	539	174.152	1.771	56.936	27.059	2.447	5.450	1.085	3.247	1.542	279.412
07:25-09:25	4.317	304	158.858	1.436	49.468	23.433	2.186	4.787	448	2.778	1.150	249.165
07:30-09:30	4.063	219	157.395	1.575	48.205	20.559	2.123	4.964	448	2.659	920	243.130
07:35-09:35	3.521	219	134.808	1.575	42.220	17.517	2.123	4.272	187	2.157	578	209.177
07:40-09:40	3.693	219	134.921	1.554	41.325	17.013	2.123	4.272	187	2.088	328	207.723
07:45-09:45	3.693	219	123.566	1.222	37.594	15.392	2.444	3.187	97	2.018	179	189.611
07:50-09:50	3.430	219	115.644	1.222	35.065	13.885	2.444	2.909	97	1.736	179	176.830
07:55-09:55	3.323	219	108.637	1.019	31.180	13.712	2.091	2.873	97	1.736	179	165.066
08:00-10:00	4.032	219	104.626	1.019	30.401	13.700	2.140	2.873	97	1.542	179	160.828



**Quadro 6.3**  
**Região Metropolitana de Fortaleza - RMF**  
**Pesquisa Origem / Destino - Ano 1996**  
**Nova Matriz O/D - Ano 1996 - Período 5:30 às 10:00 hs (1 hora)**

FAIXA HORÁRIA	TRANSPORTE COLETIVO				TRANSPORTE INDIVIDUAL				NÃO ALOCADO			TOTAL MOTORIZ.	FATOR DE PICO HORÁRIO
	1: Trem	2: Barco	3: Ônibus	9: Lotação	6: Autos	7: Pax Au	8: Taxi	10: Moto	11: MT TX	4: Fretado	5: Escolar		
05:30-06:30	3.315	551	65.430	644	10.308	5.089	397	1.800	57	5.952	429	93.972	26.3%
05:35-06:35	3.433	347	65.685	204	10.517	5.464	397	2.111	57	5.249	609	94.073	26.3%
05:40-06:40	4.103	198	77.395	204	11.426	6.762	397	2.326	194	5.046	1.004	109.055	28.9%
05:45-06:45	4.103	198	89.000	204	12.695	7.203	397	2.706	194	5.057	1.217	122.974	31.5%
05:50-06:50	5.268	198	101.555	325	15.622	8.774	397	2.577	194	5.518	1.894	142.322	35.5%
05:55-06:55	5.887	198	106.331	325	16.392	9.903	397	2.877	194	4.720	2.007	149.231	36.8%
06:00-07:00	6.934	198	128.221	325	18.661	13.961	578	2.877	194	6.086	2.970	181.005	42.6%
06:05-07:05	6.493	198	127.995	325	22.620	16.721	636	2.961	194	5.564	3.312	187.019	44.5%
06:10-07:10	6.828	198	141.645	325	28.368	20.934	601	3.251	466	5.814	3.706	212.136	49.4%
06:15-07:15	6.487	198	148.960	325	31.728	24.973	880	3.783	466	6.232	4.070	228.102	53.2%
06:20-07:20	6.985	235	161.147	456	38.230	28.938	1.231	4.299	1.046	6.301	4.553	253.421	58.7%
06:25-07:25	7.382	320	158.367	456	38.524	31.495	1.294	4.186	1.046	6.150	4.656	253.876	59.8%
06:30-07:30	7.923	320	178.769	456	43.719	33.425	1.045	4.665	1.307	6.366	4.999	282.994	65.5%
06:35-07:35	7.651	320	167.590	456	42.794	33.573	1.045	4.255	1.307	5.714	4.863	269.568	64.9%
06:40-07:40	7.533	320	178.125	808	46.429	34.482	1.045	5.083	1.396	5.784	5.097	286.102	68.8%
06:45-07:45	7.127	320	175.201	808	48.707	34.791	1.045	5.089	1.259	6.066	4.701	285.114	70.6%
06:50-07:50	7.496	320	169.083	1.012	51.038	34.421	1.397	4.580	1.259	5.865	4.488	280.959	71.7%
06:55-07:55	6.427	320	161.474	890	49.232	33.591	1.529	4.580	1.259	5.469	3.812	268.583	72.2%
07:00-08:00	6.371	320	168.923	890	51.954	33.580	1.529	4.914	1.259	5.321	3.698	278.759	76.1%
07:05-08:05	4.813	320	148.110	890	50.326	29.386	1.349	5.046	1.259	3.867	2.735	248.101	74.8%
07:10-08:10	4.594	320	147.428	890	49.706	27.142	1.632	5.698	1.259	3.397	2.393	244.459	75.7%
07:15-08:15	4.054	320	137.563	1.330	45.547	23.493	1.775	5.450	987	3.064	1.999	225.582	75.2%
07:20-08:20	3.908	320	129.181	1.330	44.365	20.339	1.434	4.982	987	2.484	1.363	210.693	75.4%
07:25-08:25	3.041	85	116.523	996	37.185	16.383	1.173	4.105	350	2.133	971	182.945	73.4%
07:30-08:30	2.808	219	117.423	996	38.554	15.110	1.213	4.105	350	1.973	741	183.492	75.5%
07:35-08:35	2.267	219	95.397	996	33.003	12.200	1.213	3.412	89	1.471	399	150.666	72.0%
07:40-08:40	2.424	219	96.580	976	32.422	11.946	1.408	3.519	89	1.403	328	151.314	72.8%
07:45-08:45	2.424	219	85.694	644	29.116	10.632	1.603	2.552	0	1.333	179	134.396	70.9%
07:50-08:50	2.161	219	79.764	644	26.744	9.561	1.671	2.275	0	1.051	179	124.269	70.3%
07:55-08:55	1.792	219	74.375	440	22.691	9.293	1.381	2.238	0	1.051	179	113.659	68.9%
08:00-09:00	2.103	219	71.248	440	22.343	8.713	1.250	2.238	97	1.075	179	109.905	68.3%
08:05-09:05	1.164	219	56.379	440	18.675	7.851	1.250	1.603	97	952	179	88.809	
08:10-09:10	1.282	219	56.650	440	19.218	8.619	1.639	1.662	97	848	179	90.853	
08:15-09:15	1.239	219	52.493	880	16.594	8.223	1.094	926	97	980	179	82.924	
08:20-09:20	1.275	219	50.495	440	15.822	7.926	1.041	737	97	980	179	79.211	
08:25-09:25	1.275	219	46.294	440	12.796	7.494	1.013	682	97	763	179	71.252	
08:30-09:30	1.645	219	47.807	578	12.784	7.172	1.013	859	97	776	179	73.129	
08:35-09:35	1.254	0	41.136	578	9.685	5.497	910	859	97	685	179	60.880	
08:40-09:40	1.426	0	43.369	578	9.587	5.374	910	859	97	685	179	63.064	
08:45-09:45	1.269	0	41.358	578	9.437	5.386	1.036	807	97	685	0	60.653	
08:50-09:50	1.269	0	40.516	578	9.178	4.869	773	634	97	685	0	58.599	
08:55-09:55	1.531	0	36.611	578	8.602	4.567	773	634	97	685	0	54.078	
09:00-10:00	2.502	0	37.310	578	9.240	5.487	890	634	97	685	0	57.423	



**Figura 6.7**  
**Viagens Diárias Motorizadas na RMF - 1996**  
**Estudo do METROFOR (1)**

**Figura 6.8**  
**Viagens Diárias Motorizadas na RMF - 1996**  
**Estudo Metrofor (1)**

## 6.6 Matriz de Viagens - Ano Base 1999

Com base nas matrizes de viagens total, das matrizes de viagens motorizadas em transporte individual e em transporte coletivo e dos fatores que representam a variação da quantidade de população e de emprego por zona de tráfego de 1996 para 1999, foi aplicado o **modelo de distribuição de viagens, do tipo FRATAR**, para obtenção das matrizes iniciais de viagens totais e motorizadas em 1999.

Em função do curto período temporal, 3 anos, por corresponder apenas uma atualização das matrizes de viagens de 1996 consolidadas, adotou-se a mesma estrutural de divisão modal observada em 1996.

As matrizes iniciais das viagens do transporte individual e do transporte coletivo foram alocadas a rede viária e de transporte coletivo de simulação de 1999. Como resultado da alocação de viagens obteve-se os volumes de carregamento de veículos e de passageiros, nas redes viária e de transporte coletivo, respectivamente, nos seus diversos trechos, principalmente ao longo dos corredores de transporte.

Estes valores, obtidos através da simulação, foram comparados a valores reais, obtidos das pesquisas e levantamentos executadas em 1999, no âmbito do presente trabalho. O processo foi repetido inúmeras vezes, procedendo-se ajustes na calibração das matrizes e nas redes de simulação de 1999, até que se minimizasse o desvio observado entre os valores reais e os valores simulados.

Na Figura 6.9 é apresentado os resultados do processo de calibração para a matriz de viagem do transporte individual do ano base de 1999, representada por regressão linear entre os valores simulados de veículos (volau) e os valores reais sobre os fluxos de veículos oriundos das contagens (contagens de veículos). Pode-se observar pelos dados constantes na mencionada figura, que os resultados obtidos são bastantes satisfatórios, apresentando coeficiente de correlação -  $R^2$  igual a 0,87, desvio padrão igual 190 veículos e coeficiente angular de correlação B igual 0,97.

Na Figura 6.10 é apresentado os resultados do processo de calibração para a rede viária de simulação do ano base de 1999, representada por regressão linear entre os valores simulados de velocidade (volau) e os valores reais de velocidade obtidas através das pesquisas (velti). Pode-se observar pelos dados constantes na Figura 6.10 que também para a calibração da rede viária de simulação os resultados obtidos são satisfatórios, apresentando coeficiente de

correlação -  $R^2$  igual a 0,85, desvio padrão igual 3,6 km/hora e coeficiente angular da correlação B igual a 0,82

Os resultados desse processo de calibração, relativos aos dados sobre as viagens diárias em Fortaleza e sua região estão apresentados na Figura 6.11, onde pode-se observar que:

- em 1999 são realizadas 3.431.880 viagens diárias, sendo que 56 % das viagens são motorizadas ( 1.920.428 viagens diárias) e 44 % são viagens não motorizadas;
- das viagens total o transporte coletivo e aquelas realizadas a pé são responsáveis por cerca de 37%, respectivamente, para cada modalidade;
- das viagens motorizadas o modal ônibus é responsável por cerca de 64% das viagens diárias (1.229.610) e os automóveis com cerca de 31% ( 590.066 viagens diárias).

De maneira análoga à metodologia desenvolvida para o ano de 1996, foram obtidas as matrizes de viagens motorizadas na hora de pico da manhã para o ano de 1999, por modal de transporte.

Na Figura 6.12 estão apresentados os dados globais sobre as viagens na hora de pico da manhã, podendo-se observar que em 1999 são realizadas 109.286 viagens de automóveis, que representam um fluxo de veículos na hora de pico de 68.304 veículos.

(A3)

Figura 6.9

Calibração Contagem

(A3)

**Figura 6.10**  
**Calibração Velocidade**



**Figura 6.11**  
**Viagens Diárias Motorizadas na RMF**  
**Modelos de Transporte - Ano Base 1999**

**Figura 6.12**  
**Matrizes de Viagens Motorizadas - Hora Pico**  
**Quadro Comparativo**

## **6.7 Linhas de Desejo das Viagens em Transportes**

Dados da matriz de viagens 1999 de hora pico manhã indicam que o transporte individual representa cerca de 35% do total de viagens no período, com um total de 109.286 viagens.

No quadro 6.4 a seguir são apresentadas as dez principais zonas de origem e destino de viagens em transporte individual, em 1999.

Os mapas temáticos representados nas figuras 6.13 e 6.14 indicam, respectivamente, as viagens atraídas e produzidas por zonas de simulação de tráfego, para o transporte individual, em 1999.

Pode-se depreender pelas figuras que os municípios de Caucaia e Maracanaú são os que mantêm maior relação de interesse com o município de Fortaleza ao se considerar o número de origens de viagens. As regiões do Centro e Aldeota, aparecem como os principais locais de destino (atração) de viagens em Fortaleza, sendo que a zona representativa da área Central concentra cerca de 12% do total de viagens, em 1999, na hora pico da manhã.

As linhas de desejo representativas dos deslocamentos em transporte individual entre todas as zonas em 1999 na hora pico da manhã, apresentam uma forte concentração de linhas que cortam transversalmente a área do Centro, Aldeota e Fátima.

Destacam-se, também as ligações intersetoriais observadas entre Caucaia e Sapiranga entre a região de Mondubim / Maracanaú e Conjunto Ceará / Caucaia, entre Conjunto Ceará e a região de Papicu, entre Edson Queiroz e Messejana e entre Messejana e Mondubim / Maracanaú.

Observam-se ainda desejos de deslocamento entre o município de Eusébio e Mucuripe e Eusébio e Parangaba.

A seguir são apresentadas as figuras 6.15 a 6.20 com as linhas de desejo em transporte individual para a Região Metropolitana de Fortaleza e separadamente para as regiões da Área Central, Aldeota, Fátima, Shopping Iguatemi e Messejana).

**Quadro 6.4**  
**Principais Origens e Destinos**  
**Transporte Individual - Hora Pico Manhã**

Nº Ordem	Origem			Destino		
	Zona	Bairro (Município)	Total	Zona	Bairro (Município)	Total
1	140	Tanques / Araturi / Jurema / Tabapuã / Nova Metrópole (CAUCAIA)	4.305	3	Centro (Fortaleza)	12.550
2	11	Meireles (Fortaleza)	3.032	13	Aldeota (Fortaleza)	5.448
3	41	Alagadiço / S. Geraldo (Fortaleza)	2.846	12	Aldeota (Fortaleza)	4.170
4	145	Maracanaú / Mucana / Jacanaú (Maracanaú)	2.745	129	Unifor (Fortaleza)	3.876
5	13	Mucuripe (Fortaleza)	2.543	58	Fátima (Fortaleza)	3.466
6	143	Caucaia (Caucaia)	2.370	112	Messejana (Fortaleza)	3.094
7	16	Varjota (Fortaleza)	2.345	23	Dionísio Torres (Fortaleza)	2.834
8	24	Joaquim Távora (Fortaleza)	2.221	172	Centro (Fortaleza)	2.698
9	18	Vicente Pinzon (Fortaleza)	2.133	5	Praia de Iracema (Fortaleza)	2.673
10	58	Fátima (Fortaleza)	2.124	2	Centro (Fortaleza)	2.643

**Figura 6.13**  
**Viagens em Transporte Individual Hora Pico Manhã**  
**Zonas de Atração (Destino)**

**Figura 6.14**  
**Viagens em Transporte Individual Hora Pico Manhã**  
**Zonas de Produção (Origens)**

(A3)

**Figura 6.15**

**Transporte Individual Hora Pico Manhã**

**Todas as Zonas – RMF**

(A3)

Figura 6.16

Linha de Desejo – Transporte Individual

Área Central



(A3)

**Figura 6.17**  
**Linha de Desejo**  
**Região de Aldeota**

(A3)

**Figura 6.18**

**Linha de desejo Transporte Individual – Hora Pico Manhã**

**Fátima**

(A3)

Figura 6.19

Linha de Desejo – Transporte Individual  
Shopping Iguatemi

(A3)

**Figura 6.20**

**Linha de Desejo – Viagens Diárias – Transporte Individual**

**Messejana**

## **6.8 Alocação das Viagens**

### **6.8.1 Carregamento do Transporte Individual - 1999**

O carregamento da rede viária de simulação para o transporte individual em 1999, na hora pico da manhã, é apresentado na figura 6.21.

A análise da figura permite identificar eixos de penetração com carregamentos mais significativos interligando os municípios da RMF à cidade de Fortaleza. São eles :

- Gal. Osório de Paiva / José Bastos / Carapinima – corredor de ligação com os municípios de Maracanaú e Maranguape.

Esse corredor apresenta carregamento superior a 1500 veículos por hora, no sentido dominante, em praticamente toda a extensão, ultrapassando 1700 veículos por hora nas proximidades da avenida Domingos Olímpio.

- Mr. Hull / Bezerra de Menezes - corredor de ligação com o município de Caucaia.

Analisando-se o carregamento observa-se que no corredor formado pelas avenidas Mr. Hull e Bezerra de Menezes os volumes superam os 3200 veículos por hora, no sentido dominante, no trecho situado entre o limite da área urbana de Fortaleza e a avenida Dr. Theberge, prosseguindo até o centro com volumes variando entre 2000 e 2500 veículos por hora.

- BR 116 / Visconde do Rio Branco.

O corredor formado pela rodovia BR 116 e avenida Visconde do Rio Branco apresenta volumes da ordem de 2500 veículos por hora, no sentido dominante, no trecho da rede representado pelas ruas Frei Cirilo e Raul Barbosa, chegando a superar os 3000 veículos por hora no trecho situado próximo à avenida Pontes Vieira.

Os corredores oriundos da região sudoeste de Fortaleza através das avenidas João Pessoa e Gomes de Matos apresentam volumes da ordem de 1300 veículos por hora.

Nas regiões da Área Central e Aldeota destacam-se;

- avenida Presidente Castelo Branco – com volumes superiores a 1500 veículos por hora;
- rua Costa Barros – com volumes superiores a 1000 veículos por hora;
- avenida Santos Dumont – com carregamento superior a 1000 veículos por hora;

- rua Domingos Olímpio / avenida Antonio Sales – com volumes superiores a 1700 veículos por hora;
- avenida 13 de Maio / avenida Pontes Vieira – com carregamento superior a 1100 veículos por hora;
- avenida Desembargador Moreira / Raul Barbosa – com carregamento superior a 1100 veículos por hora.

A leste de Aldeota, na região de Papicu, as avenidas Engenheiro Santana Jr. e Washington Soares apresentam carregamentos que superam os 1500 e 2000 veículos por hora, respectivamente.

(A3)

Figura 6.21 – Rede de Transporte Individual  
Carregamento 1999

Figura 6.21A – Rede de Transporte Individual  
Nível de Serviço (Volume / Capacidade)

### 6.8.2. Relação Volume / Capacidade

As condições de operação da rede viária de simulação (nível de serviço) podem ser visualizadas na figura 6.22.

Na figura estão representados os níveis de serviço resultantes do processo de simulação da rede, obtidos através do software EMME/2, classificados de acordo com a variação da relação volume / capacidade ( $V/C$ ), expressa através dos seguintes intervalos:

- $V/C > 0,9$
- $0,75 < V/C \leq 0,9$
- $0,50 < V/C \leq 0,75$
- $0,50 \leq V/C$

Analisando-se a figura observa-se que os eixos radiais situados no quadrante sul – oeste, ao se aproximarem das imediações da área central são os que apresentam o maior número de trechos com valores de nível de serviço próximos da saturação e, em alguns casos, já se encontram saturados. São eles :

- Avenida Presidente Castelo Branco;
- Avenida Mr. Hull;
- Avenida Bezerra de Menezes;
- Avenida Augusto dos Anjos
- Avenida José Bastos;
- Avenida Carapinima;
- Avenida João Pessoa;
- Avenida da Universidade.
- Avenida Gomes de Matos / Gal. Godofredo Maciel / Expedicionários

Na região central algumas vias, situadas entre as avenidas Filomeno Gomes e Dom Manuel, encontram-se próximas da saturação, já apresentando trechos saturados. Dentre essas vias destacam-se:

- avenida Duque de Caxias,
- rua Antonio Pompeu,
- rua Castro e Silva
- rua Jaime Benévolo
- rua Barão do Rio Branco
- avenida Alberto Nepomuceno.



Na região de Aldeota as ruas Costa Barros, Tenente Benévolo, Padre Valdevino, Pereira Filgueiras Padre Antonio Tomás e as avenidas Desembargador Moreira, Dom Luis, Aquidabã, Abolição e Barão de Studart são as que apresentam trechos de via carregados e próximos da saturação.

À leste da região de Aldeota a avenida Engenheiro Santana Jr. encontra-se carregada no limite de sua capacidade, no trecho próximo à conexão com a avenida Washington Soares.

Circundando a área de Fátima/Benfica, a ligação leste-oeste formada pelas avenidas 13 de Maio e Pontes Vieira apresenta-se saturada no trecho situado entre as avenidas Carapinima e Desembargador Moreira, ultrapassando esta última através do viário local de transposição da ferrovia e conexão com a avenida Eng. Santana Jr.

(A3)

Figura 6.22 – Rede de Transporte Individual  
Nível de Serviço – (Volume / Capacidade)

Figura 6.22A – Rede de Transporte Individual  
Nível de Serviço (Volume / Capacidade)

### 6.8.3. Velocidades

As velocidades na rede viária de simulação são apresentadas na Figura 6.23 estão classificadas de acordo com os seguintes intervalos:

- $V < 15$
- $15 \leq V < 25$
- $25 \leq V < 40$
- $V \geq 40$

Os trechos de velocidade mais críticos na rede viária de simulação estão localizados na Área Central e na região de Aldeota. São eles:

- avenida Domingos Olímpio - entre rua Rubia Sampaio e avenida Dom Manuel
- avenida Duque de Caxias - entre rua Tristão Gonçalves e rua Barão do Rio Branco
- rua Antônio Pompeu - entre rua Jaime Benévolo e Barão de Aracati
- rua Tristão Gonçalves - entre rua Castro e Silva e rua Antônio Pompeu
- avenida Barão do Rio Branco - entre Pres. Castelo Branco e avenida Domingos Olímpio;
- avenida Dom Manuel - entre avenida Santos Dumont e avenida Heráclito Graça
- avenida Santos Dumont - entre rua Barão de Studart e Senador Virgílio Távora
- avenida Antônio Sales - entre rua Tibúrcio Cavalcante e Senador Virgílio Távora
- rua Barão de Studart - entre Heráclito Graça e Pe. Valdevino.

Na região de Fátima as velocidades são mais críticas na avenida 13 de Maio entre as avenidas Aguanambi e Jaime Benévolo.

(A3)

Figura 6.23 – Rede de Transporte Individual Velocidades Simuladas

Figura 6.23A – Rede de Transporte Individual Velocidades Simuladas

## **7. PROBLEMAS E CARÊNCIAS**

## **7. PROBLEMAS E CARÊNCIAS**

### **7.1. Condições Físico-operacionais do Sistema Viário**

A rede viária de Fortaleza e sua região apresenta como característica preponderante uma forte concentração de viagens ao longo dos eixos radiais consolidados que convergem para a área central e região de Aldeota. Conforme o apresentado no subitem 6.7 Linhas de Desejo, muitas dessas viagens apresentam caráter metropolitano decorrente dos deslocamentos entre o Município de Caucaia e Praia do Futuro, entre Pacatuba e Maracanaú com Caucaia e entre Maracanaú e o quadrante Noroeste de Fortaleza.

A configuração radial da malha viária ressalta a ausência de ligações perimetrais e transversais observadas em Fortaleza e sua região, obrigando o usuário a utilizar compulsoriamente os eixos rodoviários que adentram, a área urbana de Fortaleza em direção ao centro, dentre os quais destacam-se: as rodovias BR-116, BR-222 e CE- 060.

As rotas que, mesmo sofrendo processo de descontinuidade, poderiam ser utilizadas para os deslocamentos de média e longa distâncias, retirando o tráfego de passagem por áreas com restrição de capacidade, são carentes de sinalização de orientação com mensagens adequadas às ligações intersetoriais e metropolitanas.

A deficiência de sinalização de orientação agrava os problemas de congestionamento verificados na área central de Fortaleza e Aldeota, expandindo-se até as regiões beira mar e portuária da Praia de Iracema. Nesta área são observados os maiores problemas de fluidez e segurança ao longo de seu sistema viário.

Na região central verifica-se uma alta concentração de atividades dos setores de comércio e serviços gerando viagens de transporte individual e coletivo; alta demanda de estacionamento; necessidade de espaço para a carga e descarga de mercadorias; grande volume de pedestres; grande volume de ônibus; concentração de pontos de parada de ônibus, etc.

Essa concentração de atividades ocasiona níveis críticos no desempenho operacional do sistema viário local. As vias desta área são, em sua maioria estreitas, operando no sistema “binário”, não permitindo a ultrapassagem nos pontos de parada de ônibus. A grande demanda por estacionamento na área central e Aldeota, gerou a implantação de um sistema de estacionamento rotativo pago ("Zona Azul") ao longo de suas vias. Entretanto, esta organização da oferta de estacionamento para veículos particulares não considerou, dentro de

uma política global, a organização de espaços destinados à operação de carga / descarga, também com forte demanda na área dada as suas características de área comercial e de serviços.

Confirmando as condições do trânsito destas áreas, de acordo com os níveis de serviços obtidos na rede viária de simulação, os maiores índices de saturação são verificados em trechos de vias localizados na área central de Fortaleza e região de Aldeota (ver subitem 6.8). Externa a estas regiões, os trechos que apresentam relação volume / capacidade superiores a 0,9 estão localizados nos eixos radiais nas proximidades da área central, relativos aos quadrantes oeste / sudoeste e leste. Estes trechos estão descritos no subitem 6.8.

Outro fator restritivo da circulação é a deficiência registrada no controle semaforico ao longo do sistema viário principal. A grande maioria dos controladores semaforicos são eletromecânicos do tipo monopiano, ou seja, não permitem variações dos tempos de verde e, conseqüentemente, prejudicam o fluxo de tráfego ao longo do dia.

Na malha viária constatou-se também um excesso de retornos e conversões permitidas à esquerda ao longo dos corredores e vias principais, sem faixas específicas para realizar o movimento. a maioria das interseções, mesmo semaforizadas, permitem todos os movimentos possíveis, mesmo as conversões à esquerda em cruzamentos de duas vias de mão dupla. Estas conversões em excesso prejudicam sobremaneira a fluidez do trânsito e a segurança dos usuários da via.

## **7.2. Pontos Críticos e Acidentes**

Nas regiões de maior movimentação de pessoas e veículos como shopping centers, terminais urbanos de ônibus, centros comerciais locais, hospitais e algumas escolas, ficam acentuados os problemas físico-operacionais do sistema viário, com a ocorrência de pontos de congestionamento localizados, que acarretam desconforto aos usuários locais e aqueles que estão apenas de passagem. Nesses locais os conflitos pedestre x veículo e veículo x veículo são mais acentuados. aumentando a potencialidade de risco de acidentes.

Os locais com maior número de acidentes são mostrado na figura 7.1. Estes locais foram classificados de acordo com o número total e a severidade dos acidentes (UPS) registrados na cidade de Fortaleza, no ano de 1997.

Analisando-se a localização dos acidentes, verifica-se que aproximadamente 50% do total de 34 locais com alto índice de acidentes estão concentrados na Área Central e na região de Aldeota.

Na malha viária externa a estas áreas, o corredor formado pelas avenidas José Bastos e Carapinima possui os três locais mais críticos em termos de acidentes e severidade. Neste corredor destacam-se as interseções com a Av. Carneiro de Mendonça, R. Padre Cícero e Av. Treze de Maio.

À oeste da região central destacam-se os pontos críticos localizados no corredor formado pelas avenidas Mr. Hull e Bezerra de Menezes, nas interseções com a R. Padre Anchieta, Av. Olavo Bilac e R. Humberto Monte, assim como nas interseções da Av. Francisco Sá com Av. Dr. Theberge e R. Tulipa. À leste os pontos críticos estão localizados na Av. Eng. Santana Jr. nas interseções formadas com as avenidas Padre Antônio Tomás e Eng. Alberto Sá.

### **7.3. Circulação de Bicicletas**

Além dos veículos que circulam pelos principais eixos da malha viária da região Metropolitana de Fortaleza, destaca-se também os deslocamentos efetuados por meio de bicicletas. Segundo pesquisas<sup>3</sup> realizadas em 1997, as viagens realizadas em bicicletas é da ordem de 11,5 % do total de viagens diárias motorizadas. Comparativamente, esta porcentagem corresponde a cerca de 50% do número diário de viagens realizadas por automóveis.

A grande quantidade de bicicletas utilizadas como meio de locomoção e a sua concentração em rotas específicas, compartilhando o sistema viário sem qualquer proteção ou o estabelecimento de espaços específicos para a sua circulação (ciclovias ou ciclofaixas) contribui para os problemas de fluidez do trânsito e de segurança para ciclistas e os outros usuários da via.

As pesquisas de contagem volumétrica e de entrevistas realizadas nos corredores de acesso à Área central de Fortaleza, indicaram o eixo oeste formado pelas avenidas Francisco Sá, Sargento Hermínio e Bezerra de Menezes, e o eixo sudoestes, através da Av. Augusto dos Anjos como as mais representativas em termos de volume de bicicletas.

Dados das pesquisas de entrevistas indicaram que nessa região cerca de 48% das viagens apresentaram tempo médio de deslocamentos variando entre 10 e 20 minutos.

As entrevistas apontaram também as regiões de Maranguape e Maracanaú, situadas na RMF, como importantes pólos de origem de viagens por bicicleta.

As figuras 7.2 e 7.3 ilustram, respectivamente, as principais origens das viagens por bicicletas e os tempos médios de deslocamento.

---

<sup>3</sup> Pesquisa de demanda dos Transportes na Região Metropolitana de Fortaleza - Estudo Metrofor - CBTU / 1997



Figura 7.1- Pontos Críticos de Acidentes 1997

Figura 7.2 – Principais Origens das Viagens Por Bicicletas

Figura 7.3 – Pesquisa de Utilização de Bicicletas Região Sarg. Hermínio/Francisco Sá  
Tempo Médio de Deslocamento

## **8. RECOMENDAÇÕES**

## 8. RECOMENDAÇÕES

Na análise das carências e problemas verificados e apresentados nos capítulos anteriores, indica-se a seguir as diretrizes gerais, medidas e projetos necessários para a melhoria dos problemas de fluidez e segurança detectados no sistema viário do município de Fortaleza e sua região metropolitana.

Conforme análise das linhas de desejo, descritas no subitem 6.7, verificou-se a tendência de descentralização de atividades, com interesse fora da região mais consolidada (área central e Aldeota) principalmente nos deslocamentos realizados no sentido leste ↔ oeste, mais especialmente na ligação Caucaia ↔ Praia do Futuro, e entre Maracanaú e o quadrante noroeste de Fortaleza.

Verificou-se também deslocamentos importantes de interesse metropolitano entre Caucaia e os municípios de Pacatuba e Maracanaú, e a grande atratividade do eixo Av. Visconde de Mauá / BR-116, principal ligação de Fortaleza com os demais estados do País.

Dessa forma, recomenda-se a consolidação das ligações viárias que permitem os deslocamentos nestes sentidos, dentro de um processo gradativo de adequação do sistema viário. A longo prazo faz-se necessária a implantação do 1º e 2º Anéis Viários, com características de vias expressas, propostos no PDDU – FOR, o primeiro como ligação perimetral leste ↔ oeste, protegendo a área central do tráfego de passagem e o segundo na distribuição dos deslocamentos setoriais e metropolitanos. É importante salientar que a característica expressa do 1º Anel deverá considerar as necessidades de articulação com os corredores e acessibilidade às áreas lindeiras, em especial a Área Central, e os pólos geradores e equipamentos existentes.

Anterior à implantação dos Anéis Viários, dentro do processo de adequação, recomenda-se a consolidação dos “caminhos” hoje utilizados nestes deslocamentos atendendo à realização gradativa de um plano de obras, incluindo aquelas já previstas como a Av. José Bastos e articulação com a Av. 13 de Maio. Estas obras são necessárias para sanar os problemas de deslocamento existentes, até a implantação dos Anéis Viários com características expressas.

Dessa forma, a curto e médio prazos, seriam desenvolvidos Projetos de Corredor, nos eixos ou conjunto de vias existentes com a adequação dos trechos críticos e o objetivo de sanar os problemas de descontinuidade. Estes projetos deverão conter as seguintes medidas e sub-projetos:

- projetos de melhorias das principais interseções e transposições de barreiras (adequações de geometria e sinalização vertical, horizontal e semafórica);
- pequenas obras e alargamento de trechos com restrição de capacidade;
- implantação de medidas que visem a segurança de veículos e pedestres, especialmente nos locais com grande número de acidentes;
- regulamentação de estacionamento e operação de carga / descarga ao longo do corredor;
- sinalização horizontal ao longo do corredor;
- sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retornos;
- sinalização semafórica com remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;
- relocação de pontos de parada de ônibus e outros equipamentos urbanos;
- projetos emergenciais de sinalização vertical de orientação para rotas perimetrais, considerando mensagens relacionadas com as viagens externas e deslocamentos de média e longa distâncias.

É importante salientar que as ligações perimetrais e metropolitanas somente serão consolidadas mediante uma sinalização de orientação eficiente que defina corretamente os caminhos, compatibilizando o tipo de mensagem com a característica funcional da via e o tipo de veículo (rotas de tráfego de passagem, rotas de transporte de carga, etc.). Dessa forma, recomenda-se a elaboração e implantação de um Programa de Orientação de Tráfego – POT, para a cidade de Fortaleza, tendo como função a ordenação dos fluxos veiculares e, conseqüentemente, possibilitar um melhor escoamento e fluidez do tráfego, reduzindo o número de veículos utilizando-se das vias de forma desordenada, inadequada e desnecessária. Este programa, deverá ser elaborado a partir do sistema viário principal e sua classificação, considerando os anéis viários propostos.

Para a área central propõe-se a reavaliação conjunta das alternativas constantes no PAITT referentes às rotas de Transporte Coletivo, localização de pontos de parada, implantação de estacionamento rotativo pago, ampliação de calçadas e vias exclusivas para pedestres. Esta reavaliação deverá ser desenvolvida tendo como premissa básica a proposta de Transporte Coletivo que está sendo elaborada e constará do relatório técnico do Programa de Transporte Urbano de Fortaleza RT-08. Dessa forma, recomenda-se a elaboração de um novo PAITT para a Área Central, que inclua o estudo conjunto de todos aspectos das atividades urbanas da região, gerando um Projeto de Área Específico, contemplando as medidas e sub-projetos detalhados a seguir:

- proposta de nova circulação viária, definindo vias com prioridade ao transporte coletivo, segundo proposta específica;

- sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retorno e restrição de circulação de caminhões;
- sinalização semafórica incluindo posicionamento dos equipamentos, remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;
- amplitude e tratamento físico das vias exclusivas ou com prioridade para pedestres;
- definição e tratamento das rotas e locais com grande movimentação de pedestres e/ou conflitos com veículos;
- tratamento físico das vias utilizadas por ônibus e com grande movimentação de pedestres (faixas de rolamentos e calçadas);
- organização dos espaços viários destinados ao estacionamento rotativo pago, carga e descarga de mercadorias, pontos de taxi;
- sinalização horizontal;
- melhorias físicas nos pontos terminais e de parada de transporte coletivo considerando:
  - localização compatível com a demanda, espaço disponível e critérios de engenharia de tráfego;
  - equipamentos, mobiliário e serviços disponíveis;
  - sinalização e informação ao usuário.

A região de Aldeota também deverá ser alvo de projeto específico, elaborado como extensão do projeto da Área Central, no que tange a uma nova circulação viária. Este projeto deverá incluir:

- proposta de nova circulação viária;
- implantação de medidas que visem a segurança de veículos e pedestres, especialmente nos locais com grande número de acidentes;
- sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retorno;
- sinalização semafórica incluindo posicionamento dos equipamentos, remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;
- organização dos espaços viários destinados ao estacionamento rotativo pago, carga e descarga de mercadorias, pontos de taxi;
- sinalização horizontal.

Os pontos críticos referentes aos principais pólos geradores de tráfego (terminais, shopping centers, hospitais, escolas, etc.) deverão ser alvo de estudos localizados com o objetivo de sanar os problemas de movimentação e conflitos entre veículos, pedestres, ciclistas e transporte

coletivo, hoje existentes. Estes estudos deverão conter o diagnóstico de cada ponto crítico e a proposição das medidas necessárias a cada situação específica.

A maioria dos locais onde foram registrados os maiores números de acidentes, conforme o descrito no capítulo 7 deste documento, estão concentrados na Área Central de Fortaleza e região de Aldeota e, portanto, deverão ser objeto de estudo especial dentro dos Projetos Específicos destas áreas. Os pontos críticos de acidentes localizados fora destas áreas e identificados no item 7.2, deverão receber estudos especiais que identifiquem as causas dos acidentes e a proposição das medidas necessárias para saná-los.

A importância dos deslocamentos realizados por bicicletas requerem medidas voltadas a este tipo de transporte. Prioritariamente, os dois eixos onde foram constatados os volumes mais significativos – Avenidas Francisco Sá, Sargento Hermínio e Mr. Hull / Bezerra de Menezes, a oeste e Av. Augusto dos Anjos a sudoeste, deverão ser alvo de estudos e projetos que visem a implantação de rotas para ciclistas com a implantação de ciclovias ou ciclofaixas. Estas rotas poderão ser complementadas por campanhas educativas que visem a segurança e esclarecimento do usuário quanto às regras de comportamento no trânsito (tráfego compartilhado ou não) e a obediência à sinalização especial dirigida à circulação de bicicletas.

Todos os estudos e projetos recomendados deverão ser concebidos, considerando as proposições relativas à Rede Estrutural de Transporte Coletivo, no que se refere ao sistema viário suporte do transporte coletivo por ônibus.

Os Corredores de Ônibus deverão ser objeto de projetos especiais incluindo aos estudos de tráfego necessários, as medidas prioritárias para os corredores de ônibus.



## Quadro Resumo das Recomendações

Recomendações	Medidas e Projetos Necessários	
Consolidação das ligações perimetrais, setoriais e metropolitanas.	<p>Projeto dos corredores correspondentes aos eixos viários existentes que promovem estas ligações, contendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– projetos de melhorias das principais interseções e transposições de barreiras (adequações de geometria e sinalização vertical, horizontal e semafórica);</li> <li>– pequenas obras e alargamento de trechos com restrição de capacidade;</li> <li>– implantação de medidas que visem a segurança de veículos e pedestres, especialmente nos locais com grande número de acidentes;</li> <li>– regulamentação de estacionamento e operação de carga / descarga ao longo do corredor;</li> <li>– sinalização horizontal ao longo do corredor;</li> <li>– sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retornos;</li> <li>– sinalização semafórica com remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;</li> <li>– relocação de pontos de parada de ônibus e outros equipamentos urbanos;</li> <li>– projetos emergenciais de sinalização vertical de orientação para rotas perimetrais, considerando mensagens relacionadas com as viagens externas e deslocamentos de média e longa distâncias.</li> </ul>	<b>CURTO / MÉDIO PRAZO</b>
	Implantação do 1º e 2º Anéis Viários propostos no PDDU – FOR	<b>LONGO PRAZO</b>
	Implantação de Programa de Orientação de Tráfego – POT, para o Município de Fortaleza.	<b>CURTO / MÉDIO PRAZO</b>
Novo PAITT para a Área Central tendo como premissa básica a proposta de Transporte Coletivo (em desenvolvimento).	<p>Projeto Específico da Área Central, contendo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– proposta de nova circulação viária, definindo vias com prioridade ao transporte coletivo, segundo proposta específica;</li> <li>– sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retorno e restrição de circulação de caminhões;</li> <li>– sinalização semafórica incluindo posicionamento dos equipamentos, remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;</li> <li>– amplitude e tratamento físico das vias exclusivas ou com prioridade para pedestres;</li> <li>– definição e tratamento das rotas e locais com grande movimentação de pedestres e/ou conflitos com veículos;</li> <li>– tratamento físico das vias utilizadas por ônibus e com grande movimentação de pedestres (faixas de rolamentos e calçadas);</li> <li>– organização dos espaços viários destinados ao estacionamento rotativo pago, carga e descarga de mercadorias, pontos de taxi;</li> <li>– sinalização horizontal;</li> <li>– melhorias físicas nos pontos terminais e de parada de transporte coletivo considerando:</li> <li>• localização compatível com a demanda, espaço disponível e critérios de engenharia de tráfego;</li> <li>• equipamentos, mobiliário e serviços disponíveis;</li> <li>• sinalização e informação ao usuário.</li> </ul>	<b>CURTO / MÉDIO PRAZO</b>

Recomendações	Medidas e Projetos Necessários	
Novo PAITT para a Região de Aldeota	Projeto Específico da região de Aldeota <ul style="list-style-type: none"> <li>– proposta de nova circulação viária;</li> <li>– implantação de medidas que visem a segurança de veículos e pedestres, especialmente nos locais com grande número de acidentes;</li> <li>– sinalização vertical de advertência e regulamentação, especialmente no controle dos movimentos de conversão e retorno;</li> <li>– sinalização semafórica incluindo posicionamento dos equipamentos, remodelação e modernização de controladores de tráfego e reprogramação de tempos de acordo com as demandas;</li> <li>– organização dos espaços viários destinados ao estacionamento rotativo pago, carga e descarga de mercadorias, pontos de taxi;</li> <li>– sinalização horizontal.</li> </ul>	CURTO / MÉDIO PRAZO
Projetos dos Pontos Críticos referentes aos principais Pólos Geradores (terminais, shopping centers, hospitais, escolas, etc.) e/ou locais com grande número de acidentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– diagnóstico de cada ponto crítico para a identificação dos problemas específicos;</li> <li>– proposição das medidas necessárias a cada situação;</li> <li>– projetos de cada ponto crítico.</li> </ul>	CURTO / MÉDIO PRAZO
Projetos de Corredores de Transporte	Aplicação de medidas que dão prioridade ao transporte coletivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>– vias ou faixas exclusivas para ônibus;</li> <li>– sinalização semafórica com prioridade para ônibus;</li> <li>– sinalização horizontal e vertical específica;</li> <li>– relocação e padronização de tipologia das paradas.</li> </ul>	CURTO / MÉDIO PRAZO
Aplicação de medidas voltadas aos ciclistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– campanhas de segurança e esclarecimento quanto a regras de comportamento no trânsito;</li> <li>– implantação de ciclofaixas e sinalização específica nos trechos de vias com maior volume de ciclistas e/ou locais com maior conflito bicicleta x automóvel;</li> <li>– construção de bicicletários.</li> </ul>	CURTO PRAZO
	Projeto de rotas para ciclistas com a implantação de ciclovias, faixas exclusivas e equipamentos e sinalização especial.	MÉDIO PRAZO