

# ESTIMAÇÃO DAS MATRIZES DE DEMANDA DO SISTEMA INTERMUNICIPAL DE PASSAGEIROS DO ESTADO DO CEARÁ

Francisco Cleidon Raulino Júnior, Camila Soares Henrique, Carlos Felipe Grangeiro Loureiro

Departamento de Engenharia de Transportes - DET  
Universidade Federal do Ceará - UFC

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de obtenção das Matrizes de Demanda do STRIP-CE - Sistema de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará - é uma das etapas da Modelagem da Oferta e da Demanda desse sistema. Estas Matrizes serviram de base para caracterização e análise da mobilidade do STRIP-CE, apoiando assim, tomadas de decisões referentes ao PDOTIP-CE - Plano Diretor e Operacional de Transporte de Passageiros do Estado do Ceará, que tem por finalidade dotar o Estado do Ceará de um serviço regular de transporte intermunicipal de passageiros, que garanta aos seus usuários níveis adequados de mobilidade, acessibilidade, segurança, conforto, em um contexto tarifário socialmente justo. Para isso, o PDOTIP-CE teve como base os anos de 1997 e 2004. Durante o processo de modelagem, obteve-se onze matrizes e trinta submatrizes.

## 2. METODOLOGIA

Para a obtenção das matrizes do STRIP-CE, utilizou-se inicialmente o procedimento de estimação de matrizes sintéticas do pacote computacional Transcad 4.0. Este procedimento buscava atualizar a matriz amostral de 1997 (matriz semente) a partir de dados de contagem de passageiros, por meio de um processo iterativo que ajustava os valores da matriz semente a partir da comparação do carregamento da matriz estimada e do carregamento obtido a partir dos dados de contagem. Entretanto, após vários teste com diferentes critérios de convergência e número de interações, o procedimento não convergiu. Tal resultado pode estar associado à inconsistências nos dados de contagem ou mesmo a inadequação deste tipo de procedimento para estimação de matrizes de transporte público.

Desta forma, optou-se por estimar as matrizes a partir de dados de estudos anteriores (ETIP-CE - Estudo de Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará), de empresas do sistema regular, de cooperativas do transporte clandestino, do IBGE, além de pesquisas de campo. Todos os dados foram manipulados com o auxílio de pacotes computacionais como TransCAD 4.0, ARCGIS, Corel Draw e Excel, sendo ao final estimado o conjunto de matrizes e submatrizes listados abaixo:

### A - Matriz 1997 Regular ETIP

- A<sub>1</sub> - Submatriz 1997 Regular ETIP Radial
- A<sub>2</sub> - Submatriz 1997 Regular ETIP Regional

### B - Matriz 1997 Clandestino ETIP

- B<sub>1</sub> - Submatriz 1997 Clandestino ETIP Radial
- B<sub>2</sub> - Submatriz 1997 Clandestino ETIP Regional
- B<sub>3</sub> - Submatriz 1997 Clandestino ETIP Vans/Ônibus
- B<sub>4</sub> - Submatriz 1997 Clandestino ETIP Caminhonete/Caminhão

### C - Matriz 1997 ETIP Total

- C<sub>1</sub> - Submatriz 1997 Total Radial
- C<sub>2</sub> - Submatriz 1997 Total Regional

### D - Matriz 2004 Regular Empresas

- D<sub>1</sub> - Submatriz 2004 Regular Empresas Radial
- D<sub>2</sub> - Submatriz 2004 Regular Empresas Regional

### E - Matriz 2004 Regular Expandida

- E<sub>1</sub> - Submatriz 2004 Regular Expandida Radial
- E<sub>2</sub> - Submatriz 2004 Regular Expandida Regional

Para a estimação dessas matrizes, foram utilizadas as seguintes premissas:

- ✓ as viagens intrarregionais da Região Metropolitana de Fortaleza não fez parte do estudo;
- ✓ toda viagem que se originava e ou destinava a distrito foi agregada a seu município (Mapa 01);
- ✓ Viagens intramunicipais foram desconsideradas;
- ✓ em todo par O/D não nulo, considerou-se uma demanda mínima igual a dez viagens; e
- ✓ todas as matrizes referem-se a viagens realizadas durante uma semana típica do mês.

É importante salientar que cada matriz teve um método único de estimação, como pode-se observar pela metodologia de obtenção "Matriz E" descrita a seguir:

### Matriz E - Matriz 2004 Regular Expandida

**Fonte dos dados:** dados fornecidos pelas empresas operantes do STRIP-CE referentes aos meses de outubro de 2004/2005 e estimação das linhas com base na taxa de ocupação mediana.

**Processo montagem/estimação:** a Matriz E deveria ser composta pela demanda de todas as linhas operantes do sistema, mas como parte das empresas não repassou seus dados, foi necessária a estimação da demanda de algumas linhas do sistema. De acordo com o organograma da Figura 01, de um total de 229 linhas, apenas 151 linhas tiveram seus dados fornecidos, ficando um restante de 78 linhas sem informações de demanda. Destas 78 linhas, 23 linhas existem oficialmente, mas na prática sua operação está suspensa, sendo portanto, desconsideradas no processo de estimação.

Assim, para complementar as informações da Matriz D de forma que esta refletisse a demanda total do STRIP-CE, fez-se a estimação da demanda de 55 linhas operantes cujos dados não foram repassados pelas empresas. O procedimento de estimação consistiu em corrigir a demanda das 55 linhas com base na taxa de ocupação mediana de 75%. Ou seja, considerando-se a informação de oferta destas linhas como correta, determinou-se o valor total de demanda de cada linha, cuja relação com a oferta fosse de 75%. Em seguida, esta demanda foi distribuída considerando-se os critérios:

- ✓ 49 linhas existentes em 1997: peso dos seccionamentos iguais aos de 1997;
- ✓ 06 linhas novas: peso dos seccionamentos considerados a partir dos pesos de linhas de comportamento semelhante.

### F - Matriz 2004 Clandestino Cooperativas

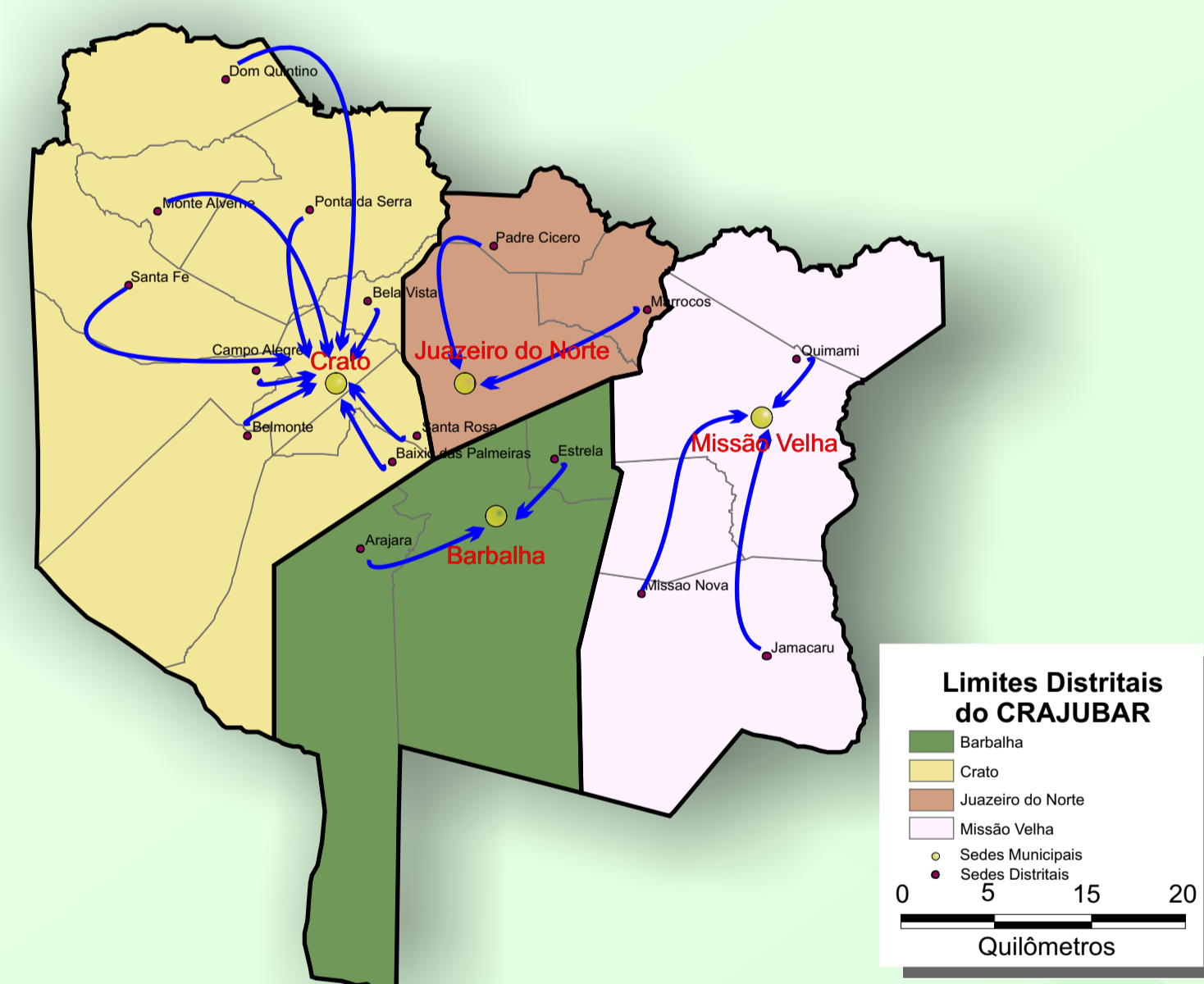
- F<sub>1</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Cooperativas Radial
- F<sub>2</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Cooperativas Regional
- F<sub>3</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Cooperativas Vans/Ônibus
- F<sub>4</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Cooperativas caminhonete/Caminhão

### G - Matriz 2004 Clandestino Expandida

- G<sub>1</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Expandida Radial
- G<sub>2</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Expandida Regional
- G<sub>3</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Expandida Vans/Ônibus
- G<sub>4</sub> - Submatriz 2004 Clandestino Expandida

### H - Matriz 2004 Total

- H<sub>1</sub> - Submatriz 2004 Total Radial H2 - Submatriz 2004 Total Regional
- H<sub>2</sub> - Submatriz 2004 Total Regional



Mapa 1: Esquema de alocação dos distritos aos seus respectivos municípios

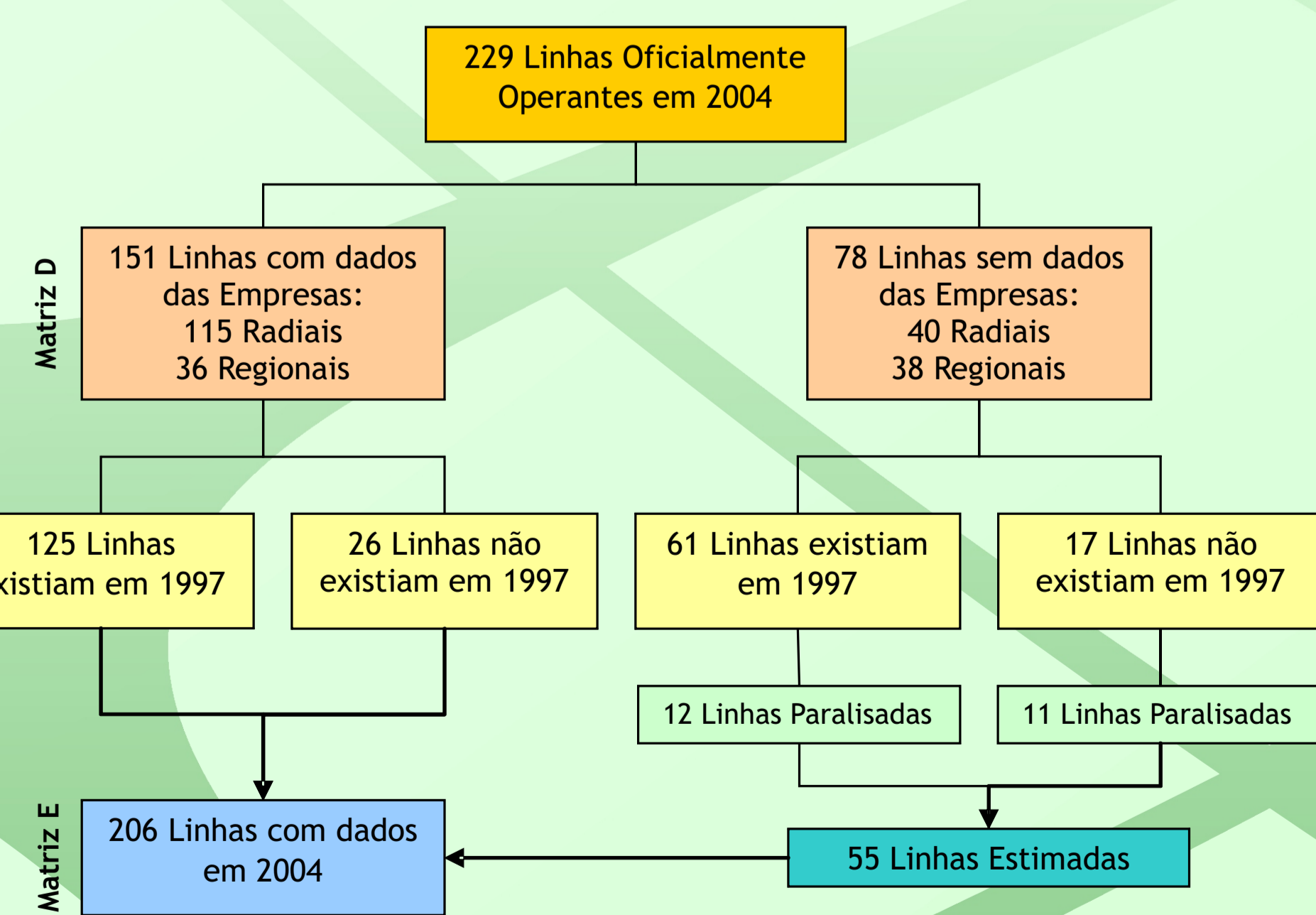


Figura 1 - Linhas operantes do STRIP-CE em 2004

## 3. RESULTADOS

Como resultado, foram geradas matrizes simétricas de demanda - ou seja, as viagens produzidas são iguais às viagens atraídas entre dois pares O/D's - e gráficos de comprimento de viagens. Após a consolidação dos mesmos, identificou-se o padrão das viagens realizadas no STRIP-CE através da análise dos gráficos de comprimentos de viagens nos sub-sistemas radial (viagens a capital do Estado - Fortaleza) e regional, do sistema regular e do transporte clandestino. Salienta-se que esta mesma análise foi feita separadamente para a região do CRAJUBAR (Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha), já que sua demanda apresenta características diferentes da demanda do restante do Estado.

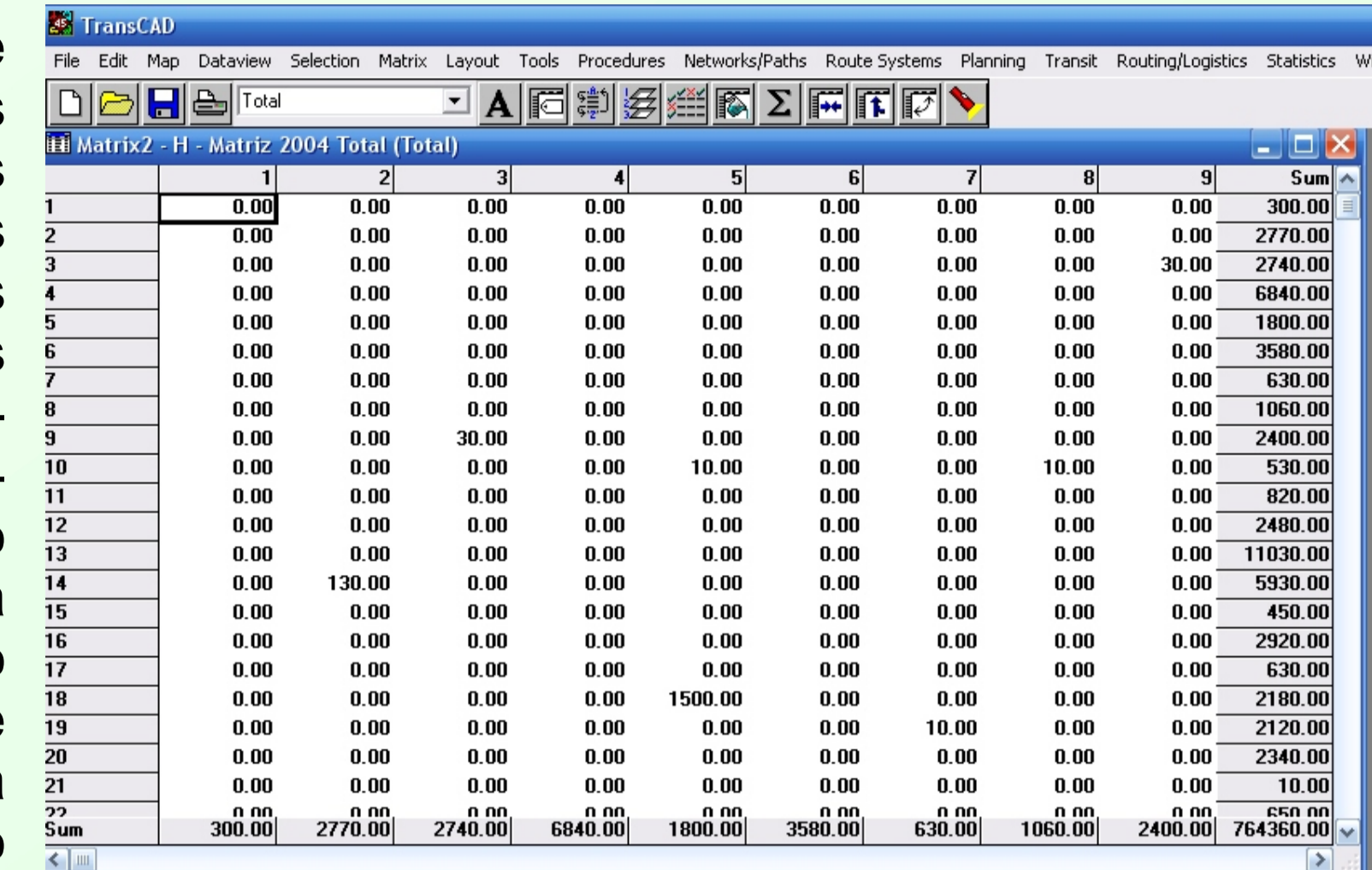


Figura 2: Matriz H - Matriz 2004 Total (obtida pelo TransCAD)

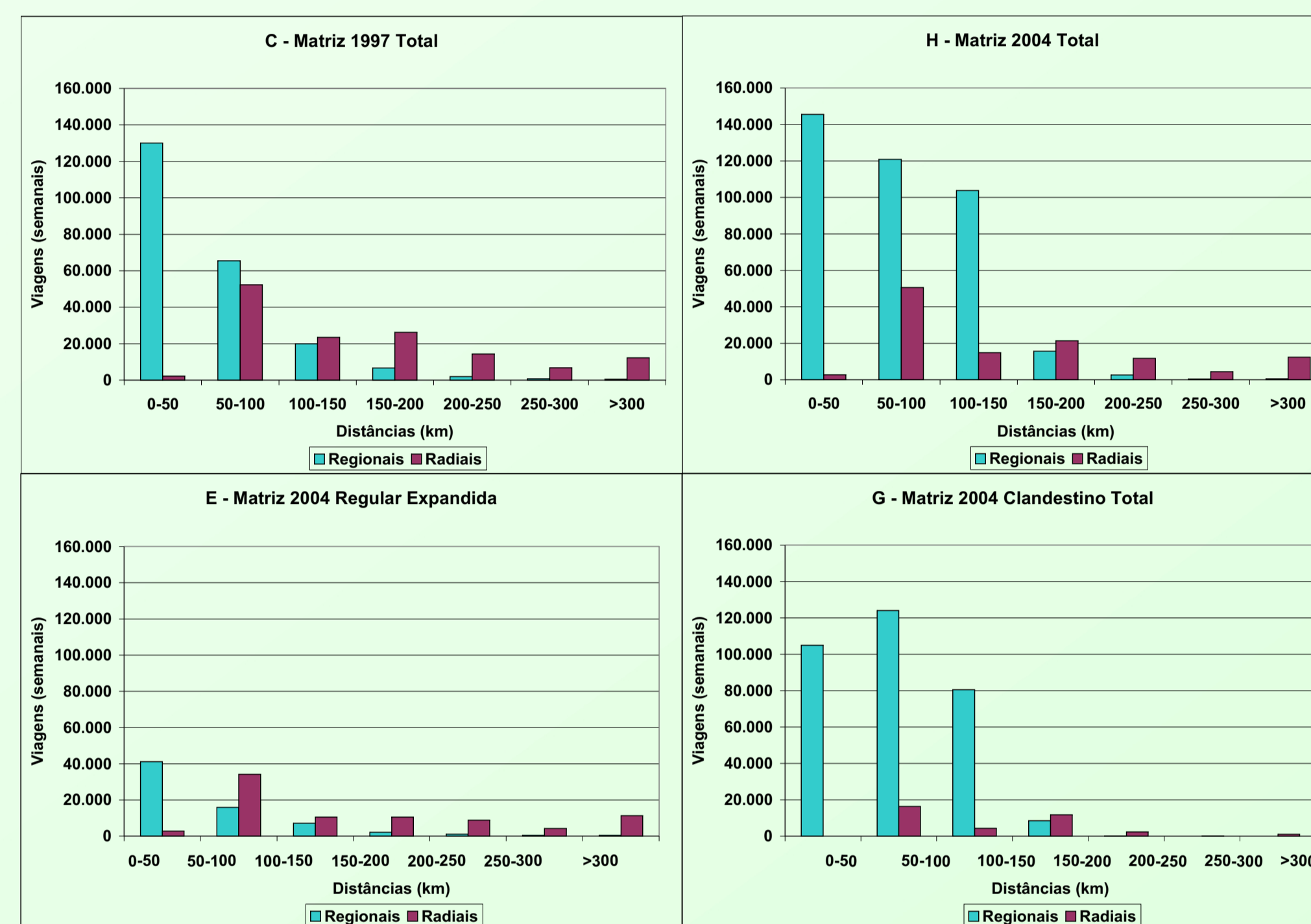


Figura 3: Distribuição de Comprimentos de Viagens das Matrizes C, H, E e G

Analisado o comportamento da distribuição do comprimento de viagens de cada matriz, passou-se então para uma análise mais detalhada das matrizes que representam os deslocamentos no Estado.

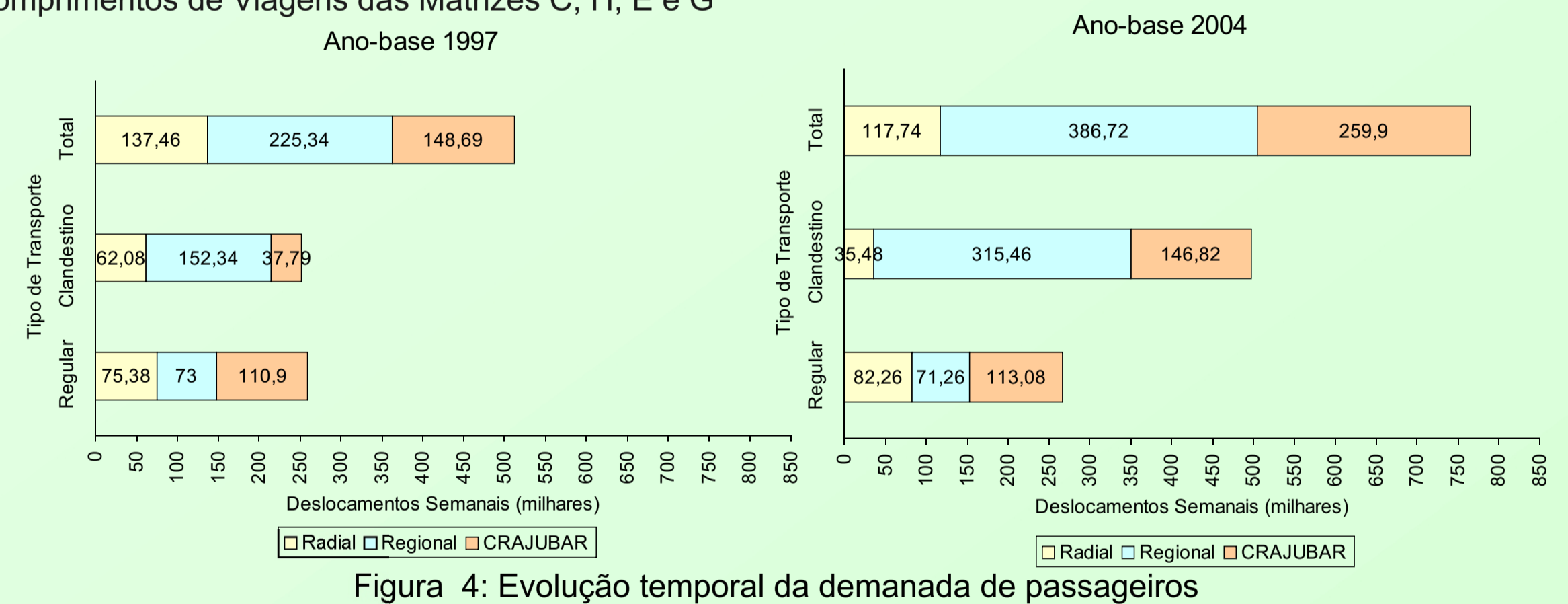
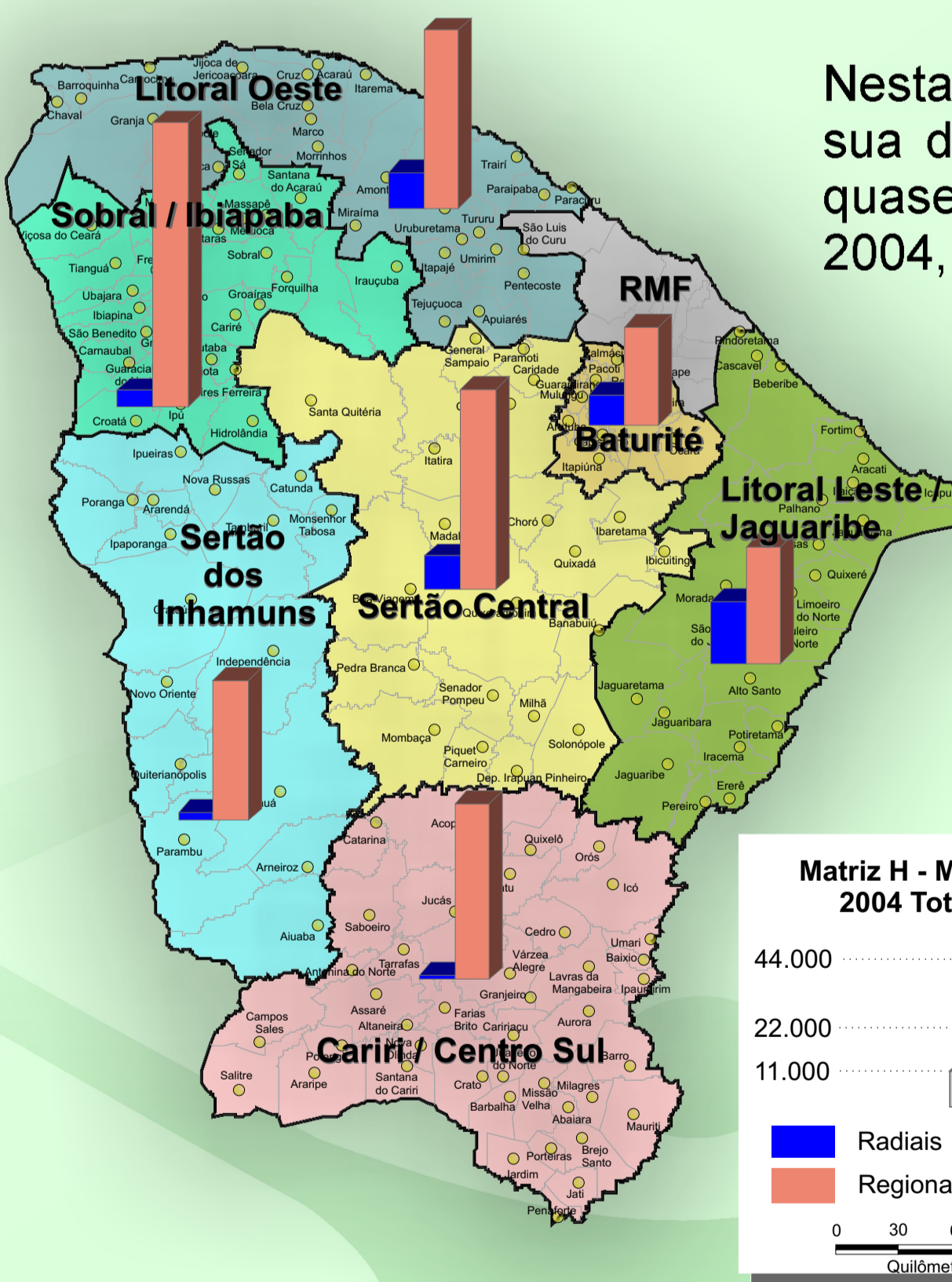


Figura 4: Evolução temporal da demanda de passageiros

Nesta fase, são avaliadas a evolução temporal das viagens dessas matrizes, sua distribuição espacial e os principais padrões de deslocamentos. Dos quase 765 mil deslocamentos realizados na semana típica do ano-base de 2004, cerca de:

- ✓ 387 mil (51%) foram por meio do sub-sistema regional, sendo detectado um crescimento de 72% entre 1997 e 2004. Destes, cerca de 315 mil (81%) foram através do transporte clandestino;
- ✓ 118 mil (15%) por meio do sub-sistema radial (sem CRAJUBAR) - observando-se uma queda de 11% em relação a 1997 - dos quais 82 mil (70%) foram pelo sistema de transporte regular; e
- ✓ 260 mil (34%) realizados pelo CRAJUBAR, sendo deslocamentos radiais, intra ou interregionais.

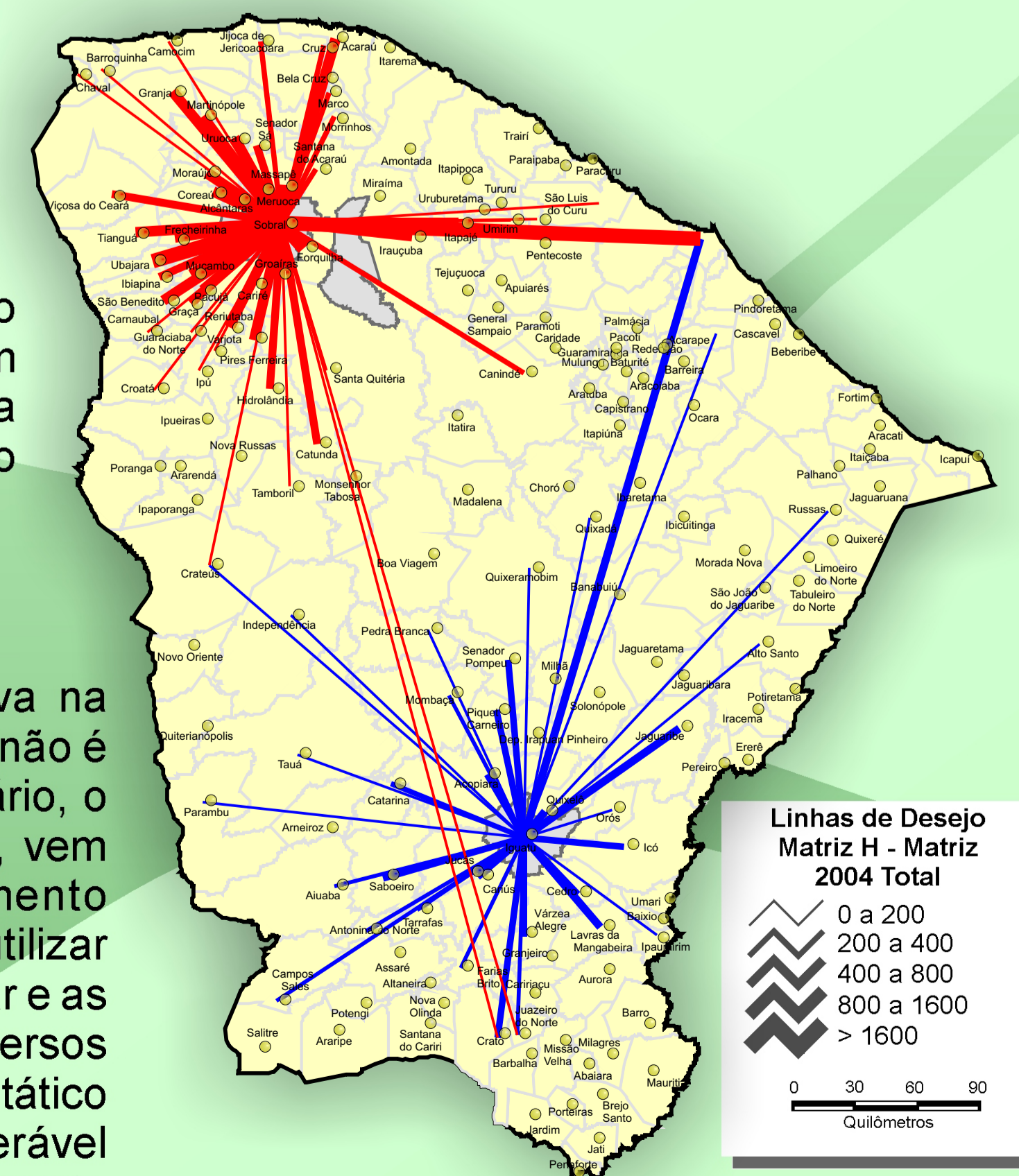


Mapa 2: Distribuição total de deslocamentos de passageiros classificados por macroregião

De forma ainda a subsidiar a análise do comportamento espacial das viagens do transporte público no Estado, foram construídas as linhas de desejo com relação a Fortaleza e a alguns municípios considerados polos socioeconômicos do Ceará.

## 4. CONCLUSÃO

Como conclusões gerais, verifica-se que a queda relativa na demanda do sistema regular, observada nos últimos anos, não é fruto da redução da mobilidade intermunicipal. Pelo contrário, o montante de deslocamentos, especialmente os regionais, vem aumentando em taxas superiores às do crescimento populacional. Entretanto, as pessoas estão optando por utilizar outros modos de transporte em detrimento do ônibus regular e as causas para esta migração dos usuários residem em diversos aspectos. Em função da falta de planejamento estratégico, tático e operacional do STRIP-CE, observa-se percentual considerável da população com acesso comprometido à rede do transporte regular e, portanto, sujeita a utilizar o transporte clandestino. Para aqueles que têm acesso razoável à rede, outras questões podem ser colocadas como razões para explicar a opção pelo clandestino. A qualidade do transporte regular é questionável e não é incentivada pelo poder público, bem como o serviço não atende todos os segmentos de mercado.



Mapa 3: Linhas de desejo dos polos Iguatu e Sobral