

# **CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA DIAGNÓSTICO DE SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS COM USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: O CASO DO TRANSPORTE COLETIVO DE MACAÉ – RJ**

**Rafael Lucas Corrêa de Melo**

**Carlos David Nassi**

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Programa de Engenharia de Transportes

## **RESUMO**

O Sistema Integrado de Transporte do município de Macaé encontra-se atualmente em *Estado de Emergência*, como decretado recentemente pelo Prefeito, o que reflete o difícil acompanhamento das transformações da “Capital do Petróleo” e levanta a necessidade de métodos de diagnósticos breves e eficientes. Assim, o objetivo do trabalho é diagnosticar o SIT-Macaé e analisar o uso de Sistema de Informação Geográfica, com destaque para a metodologia proposta na identificação e previsão de matrizes O/D. A metodologia se baseia em dados operacionais, confecção de mapas e análises espaciais com software *Transcad 4.5*. Os resultados apontam a necessidade de fechamento de dois terminais, a extinção de linhas alimentadoras, a flexibilização do SIT, através da implantação de linhas especiais *ponto-a-ponto*, etc. A metodologia proposta em plataforma SIG demonstra significativo ganho de tempo e diminuição de custos no processo de diagnóstico e prognóstico, além de possibilitar a inclusão de variáveis políticas e culturais locais.

## **ABSTRACT**

The Integrated Transport System of Macaé city was recently declared by the mayor in *State of Emergency*, what reflects the hard position of being the current “Oil’s Capital” and comes out from the needs of having fast and efficient diagnosis methods. So, the aim of this work is to diagnose this system and analyze the use of Geographic Information System, specially the proposed methodology by the O/D matrices forecast and identifications. The methodology is based on operational datas, making of maps and spatial analyses by the software *Transcad 4.5*. The results point out to the needs of shutting down two bus terminals, the extinction of some vicinal lines, the flexibilization of the system, trough the implementation of special bus lines, etc. The methodology on GIS shows important time and costs saving on the diagnosis and prognosis process, furthermore, the possibility of including political and cultural local variables.

## 1. INTRODUÇÃO

O Sistema Integrado de Transporte Coletivo da cidade de Macaé foi implantado em março de 2006 a fim de se promover maior mobilidade e acessibilidade. Em *Estado de Emergência* atualmente, o sistema reflete, entre outros fatores, as dificuldades dos atores em acompanhar as transformações pela qual vem passando o município, principalmente após o início das atividades de exploração de petróleo na Bacia de Campos – RJ, remetendo a comunidade científica ao aprimoramento de metodologias de diagnósticos e prognósticos de sistemas de transportes adaptáveis às distintas realidades.

Na literatura, a expressiva capacidade de gestão e processamento de informações com a utilização de Sistemas de Informação Geográfica e a importância dos aspectos espaciais em análises de sistemas de transportes, como apontado em Motta e Silva (1995), Kagan *et al.* (1992) e Shaw (2001), têm sido cada vez mais desenvolvidas e consolidadas. Destaca-se neste contexto, a possibilidade de desenvolvimento de metodologias que possam reduzir cada vez mais o tempo e o custo no processo de diagnóstico, planejamento e operação.

Desta forma, o trabalho tem como objetivo diagnosticar o SIT de Macaé com a utilização de Sistema de Informação Geográfica e analisar a metodologia utilizada, tendo em vista o equilíbrio entre eficiência, tempo e custos de diagnósticos junto à realidade brasileira. Destaca-se dentre os objetivos específicos, o desenvolvimento de uma proposta metodológica de identificação e previsão de matrizes O/D em plataforma SIG, com menor tempo x custo e inclusão de variáveis especificamente locais, como questões físicas, políticas e culturais, direcionadas à realização de ações afirmativas.

Enfim, são apresentados alguns resultados preliminares alcançados até o momento.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia consiste basicamente na identificação de dados operacionais, geração de mapas e análises integradas com uso do software *Transcad – 4.5 full*, como a seguir:

Atualização da base de vias gerada sob fotografia aérea de 2001, através de levantamento em campo da geometria das vias, do logradouro e da utilização da ferramenta *Map Editing*.

Geração de mapas básicos com a utilização da ferramenta *Route System* para traçado das linhas do sistema e levantamento em campo dos pontos de parada, terminais urbanos, rodoviários, aeroporto, escolas, universidades e outros possíveis Pólos Geradores de Tráfego, com utilização de viatura (rodômetro) e registro de endereços e referências. Dados de demanda de passageiros para estas entidades também foram levantados em campo e em gabinete.

Geração de mapas temáticos com a utilização das ferramentas *Bands* e *Select by location* sobre os mapas de linhas do sistema, pontos de parada e PGT's, adotando-se o valor fixo de 300 m. e 50 m.; identificação da área urbanizada não atendida pelas linhas do sistema em cada bairro; plotagem em layer de pontos do volume de embarque e desembarque por ponto de parada por linha (troncal e circular); plotagem de linhas por demanda e utilização da ferramenta *Select by Condition* para geração de mapa de pontos com maior volume de passageiros e inexistência de abrigo.

Diagnóstico do sistema com a atualização de dados de oferta e demanda e análise integrada de mapas, gráficos e aspectos do sistema de operação, destacando-se: análise da estruturação física do SIT e comparação com aspectos operacionais; comparação da relação oferta x demanda; ranking de bairros por atendimento espacial; identificação de linhas com expressiva demanda em curtas distâncias; identificação de locais prioritários para relocação, implantação ou retirada de ponto de parada, assim como para colocação de abrigo; identificação dos principais pontos de origem e destino e comparação com as ligações atuais do sistema integrado.

Proposta de identificação e previsão de matrizes O/D em plataforma SIG-T, baseada em Xavier-da-Silva (2001), através da atribuição de pesos aos Pólos Geradores de Tráfego em função da capacidade de atração, mediante argumentação e contra-argumentação de especialistas locais; mapeamento do sobe-desce por linha, seguido de superposição dos mapas gerados e geração de mapa de sobe-desce para todo o sistema; atribuição de notas às possíveis linhas de desejo entre os pontos de maior embarque e desembarque, mediante argumentação e contra-argumentação de especialistas locais; geração e utilização de aplicativo em plataforma SIG-T, baseado na fórmula de média ponderada simples e nos pesos e notas atribuídos, de forma a apresentar a matriz gráfica O/D entre os pontos em análise.

A previsão de matrizes futuras e a proposição de novas linhas e itinerários para o sistema atual e futuro, também deverá utilizar a metodologia proposta acima, com a respectiva atribuição de pesos aos PGT's previstos e de notas aos itinerários propostos.

### **3. RESULTADOS**

O SIT de Macaé é composto por 7 terminais e 38 linhas, sendo 21 linhas alimentadoras, 9 linhas troncais, 4 circulares e 4 rurais. A análise de distribuição espacial dos terminais, geometria, sinalização de vias e quantidade de passageiros por terminal, sugere que os terminais intermediários da *Barra* e da *Lagoa* onerem significativamente a velocidade do sistema, podendo os mesmos serem substituídos por rearranjos pontuais.

Foi identificada a demanda de 90.442 passageiros/dia/sentido no sistema, o que para uma ocupação de 75% e headways pré-determinados, seria necessário uma frota mínima de 133 veículos ônibus, em oposição à frota identificada de 97 veículos.

O mapa de sobe-desce e o gráfico de carregamento da principal linha do sistema (T 11) apontam carregamento de 28.8 % (relativo à demanda total da linha) no terminal de origem, atingindo ocupação de 105% no ponto do *Coreto*, seguido de descarregamento de 40,7% no total dos dois pontos anteriores ao Terminal Central e este inclusive, o que sugere uma linha de desejo expressiva entre o terminal de origem e o centro, conflitando, no horário de pico, com a existência de 23 pontos de parada neste trecho. Situação semelhante também foi observada na linha T 12, onde a superlotação já é verificada no primeiro bairro de atendimento.

O cruzamento do mapa de *sobe-desce* com o mapa de *linhas do sistema*, sugere expressivas linhas de desejo não atendidas diretamente, como no caso das ligações *Bairro Aeroporto x Firmas x P.T.*, *Bairro Nova Holanda x Firmas x P.T.* e *Setor Administrativo Amarelo x Firmas x P.T.*, as quais poderão ser melhor atendidas através da implantação de linhas especiais ponto-a-ponto e de linhas expressas.

O mapa de *demanda por linha* sugere fluxos expressivos em curtas distâncias no caso de linhas alimentadoras como a A11, A61 e A 22, os quais oneram a velocidade do sistema pelo significativo transbordo nos terminais, sugerindo a extensão de linhas troncais e a extinção das referidas alimentadoras.

#### 4. CONCLUSÕES

A análise integrada de informações em ambiente SIG permitiu identificar com significativa economia de tempo e custos em relação aos métodos tradicionais, diversas incongruências e possibilidades de otimização em um sistema integrado de transporte de passageiros, como brevemente apontado acima, além de contribuir significativamente na implantação de um banco de dados georreferenciado e na facilidade de novas análises e constituição de cenários.

Diversas outras aplicações foram desenvolvidas, como exposto na metodologia e apresentaram resultados bastante satisfatórios, apesar de não terem sido abordados em função de se tratar de temas bastante debatidos e consolidados nas aplicações em SIG-T.

No entanto, cabe destacar que grande parte dos resultados foram obtidos em análises conjuntas com dados operacionais e observações de campo, não contemplados satisfatoriamente pelo software, o que ressalta a importância de desenvolvimento de aplicativos que incorporem outras variáveis operacionais e reafirma o verdadeiro potencial de ganho de conhecimento dos Sistemas de Informação Geográfica para além do software, como apontam alguns autores, com destaque para a importância dos recursos humanos.

A metodologia de identificação e previsão de matrizes O/D, ainda em desenvolvimento, constitui uma alternativa aos elevados custos e tempo de pesquisas domiciliares ou da compra de imagens de satélite ou levantamentos aerofotogramétricos, como sugerido por Dantas (1996) no desenvolvimento de metodologias em SIG-T, os quais ainda não atendem à realidade de muitos órgãos públicos de planejamento e gestão de transportes no Brasil.

Enfim, a proposta também permite a inclusão de contextos físicos, econômicos, culturais e políticos locais, que possuem influência significativa no planejamento de transportes e execução de projetos e que devem estar imbutidos nos pesos e notas fornecidos pelos especialistas locais, como por exemplo, na previsão de pontos de origem e destino e no traçado de novos itinerários.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dantas, A.S; Taco. P.W.G.; Yamashita, Y. (1996) Sistemas de Informação Geográfica em Transportes: o Estudo do Estado da Arte. *Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Brasília, v.1, p. 209/222.
- Kagan, H.; Rosseto, C.F.; Custódio, P.S.; Martins, W. C. (1992) Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Planejamento de Transportes. *Anais do VI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, São Paulo, v.2, p. 894-909.
- Shaw, S. (2001) *Geographic Information System for Transportation: Principles and Applications*. New York, Oxford University Press.
- Silva, A.N.R e S.H.S, Motta (1995) Avaliação do Desempenho de um Sistema de Transporte Público Urbano com o Auxílio de um Software para Sistemas de Informação Geográfica. *Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, São Carlos, v. 3, p. 1154-1160.
- Xavier-da-Silva, J. (2001) *Geoprocessamento para Análise Ambiental*. Edição do autor, Rio de Janeiro.