

MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE TRANSPORTES INTEGRADOS ASSOCIADO A UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Cátia Maria Cavalcanti Pereira

Carlos David Nassi

Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ
Programa de Engenharia de Transporte PET/COPPE

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um Modelo de Previsão de Demanda de Transportes Integrados associado a um Sistema de Informação Geográfica - SIG, utilizando-se para o Planejamento de Transportes o clássico Modelo de Previsão de Demanda em Quatro Etapas, de forma a desenvolver para a 3ª etapa um “Modelo de Divisão Modal” que determine as frações das viagens resultantes da integração de modais (trem, ônibus, vans, metrô, bicicleta), e não somente como se observa freqüentemente, as frações de viagens para cada modal de transporte isoladamente, coletivo e individual. Propõe-se também a estruturação de um Banco de Dados, contendo além das variáveis do modelo de planejamento, parâmetros a serem utilizados na tomada de decisão, adotados como requisitos para hierarquizar as estações ferroviárias para implantação de sistemas integrados.

ABSTRACT

The present presents as main objective develop a Model of Forecast of Demand of Integrated Transports associated to a Geographic Information System - GIS, being used for the Planning of Transports of classic Model of Forecast of Demand in Four Stages, in a way to develop for to third stage a "Choice Model" that determines the fractions of the resulting trips of the integration of modal (train, bus, vans, subway, bicycle), and not only as it is frequently observed, the fractions of trips for each modal of transport separately, collective and individual. It is also intended the structuring of a database, contends besides the variables of the planning model, parameters to be used in the taking of decision, adopted as requirements to prioritize the rail stations to realize integrated transportation systems.

1. INTRODUÇÃO

As áreas urbanas no Brasil cresceram rapidamente em suas periferias, criando grandes corredores urbanos entre o núcleo central e as áreas periféricas. Esse processo de inchamento da metrópole agravou os principais problemas como: saneamento básico, moradias e transporte público, trazendo a crescente favelização, violência sob todas as formas, inclusive no trânsito, bem como as condições sub-humanas do transporte coletivo. Destaque especial é atribuído a um sistema integrado de transporte o qual deve desempenhar funções essenciais como permitir a total mobilidade e acessibilidade da população, levando em conta os padrões de serviço exigidos pelos usuários e suas linhas de desejo. Neste sentido, a identificação da necessidade de sistemas de transportes integrados pode proporcionar condições favoráveis à sua implantação, de forma a prever que demanda estaria envolvida nestes sistemas e, conseqüentemente atenuar as incertezas, até então levantadas quanto aos verdadeiros benefícios aos atores envolvidos – setores público e privado e a sociedade como um todo. Vislumbra-se assim o Sistema de Transporte sobre Trilhos operando como modo de transporte estruturador, de forma integrada com outros modos, prestando um serviço de melhor qualidade para os usuários, através de um sistema de transportes racionalizado.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Considerando conceito de deslocamento dos usuários compreendendo o ponto de origem do

deslocamento e o ponto final de destino, com base nos diversos motivos de viagem (casa, trabalho, lazer, escola, outros), a viagem pode compreender fases do deslocamento, ao se tratar deslocamentos que utilizam mais de um modo de transporte (ainda que seja o mesmo modo). A esta condição denominaremos como viagens integradas. Os sistemas de transporte na Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ, em especial os corredores ferroviários do Rio de Janeiro, tem como características comuns convergência de linhas de ônibus/vans e metrô. Inicialmente, locais/estações/pontos de ônibus com estas características, aliado ao expressivo movimento de demanda, tanto na estação, como no entorno, irão configurar premissa para priorizar o estudo da necessidade de implantação de um sistema de transportes integrados. Levando-se em conta que na RMRJ são realizadas cerca de 9,3 milhões de viagens em transporte público por dia (PDTU- RJ, 2002), é imprescindível a racionalização e melhor utilização da oferta existente. Atualmente, ainda que de forma isolada, pode-se verificar algumas iniciativas quanto à integração de modos, por exemplo, segundo FETRANSPOR (2005), a existência de integração trem-ônibus, inicialmente, em três estações do corredor ferroviário- Bangu, Campo Grande e Santa Cruz, e também a integração trem-metrô do METRÔ-RIO.

3. MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE TRANSPORTES INTEGRADOS ASSOCIADO A UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Para desenvolvimento do modelo proposto, será desenvolvido um Banco de Dados do Sistema de Informação Geográfica, consistindo num conjunto de parâmetros específicos e de variáveis a serem estudadas, e representadas por meio de interface gráfica de grande interatividade. Estudar-se-á todas as formulações matemáticas existentes em cada etapa, investigando as opções de métodos, de forma a adotar para este estudo a formulação que melhor se adequa à representação dos dados. Para estudo de caso destaca-se o ramal ferroviário de transporte de passageiros de Santa Cruz - “O Corredor de Santa Cruz”.

3.1. Seleção de Parâmetros

O local para a integração se realizar depende de diversos fatores tais como os modos envolvidos, a solução tarifária e institucional, os volumes de veículos e passageiros e o dimensionamento de construções físicas. Os parâmetros a seguir destacados se baseiam na orientação de comentários tecidos por diversos autores, bem como também em resultados empíricos no que tange ao sucesso para integração dos sistemas de transporte. Apresenta-se uma subdivisão, seja para a situação atual, seja para a situação prevista – no caso de intervenções urbanas, para as quais também serão atribuídos determinados pesos para tal priorização, conforme apresentado, como exemplo, para o parâmetro “Qualidade dos serviços”.

Para o parâmetro citado, conforme MAC DOWELL (2004), os modelos probabilísticos estão alicerçados em dados reais, cuja demanda de um sistema de transporte de massa está relacionada, por exemplo, com variáveis como valor da tarifa, tempo de acesso à estação, tempo de viagem, regularidade do headway (metrô). SANTOS *et al.* (2004) ao investigar as relações existentes entre o sistema de transporte e o problema da exclusão enfocando os elementos mobilidade, acessibilidade e desenvolvimento, afirma que a mobilidade depende, necessariamente, também, da oportunidade de deslocamento de pessoas e das características do indivíduo. Para o estudo proposto, tal parâmetro consiste na identificação destas características nos locais de parada de modais, a fim de se estabelecer uma comparação entre dois modos de transporte de forma isolada, e conseqüentemente se avaliar as mesmas quando

de forma integrada. Os demais parâmetros inicialmente selecionados são: Intervenções Urbanas Localizadas, Possibilidades Urbanas (acessibilidade), Existência de Locais de Transferência, Características das linhas, Composição Tarifária, Reivindicações das Comunidades e Interesse das Operadoras.

3.2. Coletânea de Variáveis consideradas por autores

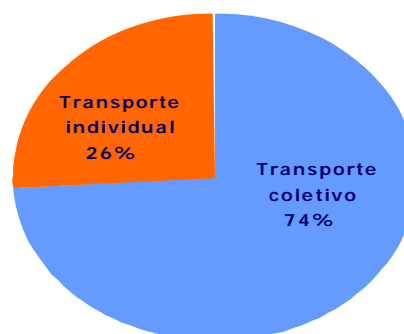
Importante se faz o entendimento que em primeiro lugar procura-se determinar a demanda atual de transportes e a maneira como esta demanda é atendida pela presente oferta de facilidades de transportes (MENEZES, 1971). Os sub-modelos de planejamento de transporte destacam variáveis utilizadas para a análise de cada fase bem como o modelo matemático que melhor atende o estudo, e inicialmente consideraremos para o estudo proposto aquelas que geralmente se obtém quando na ocasião de pesquisas domiciliares e entrevistas/contagens nas linhas de cordões externo/internos. Destaca KANAFANI *Ap* DEBATIN NETO (1998), quanto à escolha modal, crítica principal sobre a suposta estabilidade do comportamento dos usuários ao definir suas preferências, não permitindo a consideração de inconsistências e variações aleatórias. Segundo ORTÚZAR e WILLUMSEN (1994), os fatores que influenciam a escolha do modo, estão divididos em três grupos: características do usuário, características da viagem e características do sistema de transporte.

4 – FORMULAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Finalmente, para desenvolvimento do Modelo, após a identificação os aspectos envolvidos para a integração e análise de parâmetros específicos e de variáveis, parte-se para a etapa de desenvolvimento do modelo proposto, utilizando o software de planejamento de transporte (CALIPER, 2002). Pretende-se contemplar viagens resultantes da integração de modais e não somente, como se observa freqüentemente, as frações de viagens para cada modal de transporte isoladamente, ilustrado pela figura a seguir.

Figura 4.1 – Ilustração da Divisão Modal – individual e coletivo

Divisão modal viagens motorizadas - RMRJ

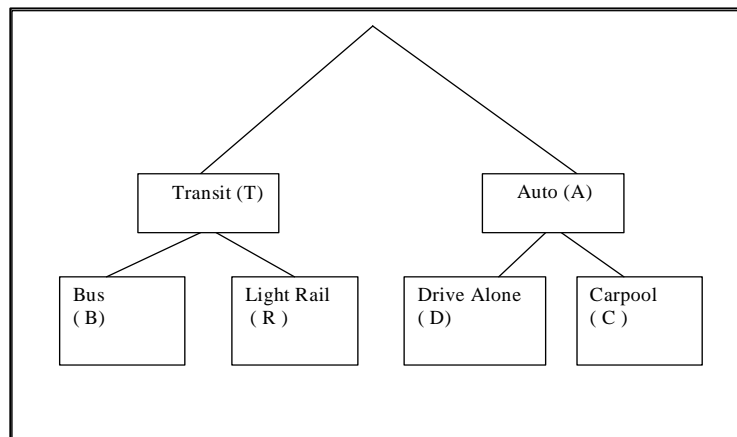


• Fonte: PDTU/2002

Segundo MASSLER e STRAMBI (1999) *apud* LOPES FILHO (2003), modelos de escolhas discreta, como os do tipo Logit, caracterizaram-se num instrumento comum e eficiente de

análise da demanda por transportes, alicerçados na maximização da utilidade, o que constitui uma aplicação estritamente individual. Ao adotar tal conceito, obtém-se uma formulação de probabilidade de escolha, que permite responder por vários indivíduos correlatos a uma mesma função de utilidade.

Seguindo esta linha de modelos probabilísticos, propõe-se estudar a ferramenta “Nested Logit Model” Quando modelos de escolha incluem muitas alternativas, geralmente há um agrupamento natural de alternativas e/ou uma hierarquia para a decisão ser feita, no caso transporte coletivo x individual. Esta configura a suposição fundamental no modelo MNL (Multinomial Logit Model), onde variações de alternativas de escolha são independentes. Porém, quando há similaridades entre estas alternativas, a suposição é relaxada. E a ferramenta acima relaxa tal suposição de independência, sendo representada por uma estrutura em árvore, conforme ilustrado abaixo, que visualmente representa grupos ou hierarquia de alternativas de escolhas.



Sua probabilidade se resume a uma função de probabilidades Logit Multinomiais. Usando o modo de escolha acima, desmembra-se Modelos Logit Multinomiais, e considera-se o processo de decisão em dois estágios. Observa-se que é uma fusão de decisão, na qual se um indivíduo escolhe “Transit” ou Auto, depende das características das alternativas do nível abaixo. Primeiramente, o usuário decide se utiliza modo coletivo (Transit) ou individual (Auto). Do primeiro nível acima “Transit” e “Auto”, são derivadas probabilidades marginais de ambos (Transit e Auto), que são $P(T)$ e $P(A)$. Há dois níveis inferiores de Modelos Logit Multinomiais. Se Transit é escolhido, o usuário decide se utiliza modo ônibus (Bus) ou trem (Light Rail), ou outro. Similarmente, se o modo individual é escolhido, o usuário decide se dirige sozinho/ condutor (Drive Alone) ou como carona/passageiro (Carpool).

Destes níveis inferiores são derivadas probabilidades condicionais, considerada a probabilidade de escolher uma particular alternativa de nível inferior, dado que uma das alternativas associadas ao ramo foi selecionada. Desta forma $P(B/T)$ é a probabilidade de escolha “Bus”, dado que “Transit” (Bus ou Light Rail) é escolhida, e $P(R/T)$, $P(D/A)$ e $P(C/A)$ são similarmente definidas. As probabilidades incondicionais (ou fusão de probabilidades) de alternativas naturais para os ramos da árvore (Bus, Light Rail, Drive Alone, Carpool) , são provenientes das probabilidades marginal e condicional.

Probabilidades poderão ser derivadas com qualquer número de níveis simplesmente

multiplicando a probabilidade Logit Multinomial de cada nó até o topo da árvore. Por exemplo, para prever o modo de acesso ao trem (Light Rail) dentre as escolhas de andar a pé (Walk), bicicleta (Bike) ou dirigindo (Drive). Estas três alternativas de acesso podem ser aninhadas abaixo da alternativa trem (Light Rail).

Neste sentido, a próxima etapa para o estudo proposto, utilizando tal ferramenta, será estudar o comportamento de viagens que dependem de mais de um modo, ou seja, viagens com mais de um deslocamento, por exemplo, trem como primeiro nível, e os sub-níveis como ônibus, metrô, bicicleta....

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caliper, 2002, "Travel Demand Modeling with TRANSCAD 4.5", Transportation GIS Software. CALIPER Corporation.
- Debatin Neto, Aroldo (1998) *Política de Planejamento de Transportes e Desenvolvimento Urbano: Considerações para a Cidade de Florianópolis*. Dissertação de Tese de Mestrado em Transportes Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, SC.
- Lopes Filho, José Iran de Oliveira (2003) *Previsão de Demanda por Transportes no Município de Fortaleza*. Dissertação de Tese de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceara, FO, Brasil.
- Mac Dowell, Fernando Cumplido (2004), *Avaliação Técnica e Modelagem Financeira Sistêmica na Modalidade PPP da Linha TRANSPAN – Trecho Barra Del-Castilho*. Parecer Técnico, Prefeitura da Cidade RIO, Rio de Janeiro, RJ.
- Menezes, Umberto Rafael (1971) *Apostila Introdução ao Planejamento de Transportes Urbanos*, Departamento de Transportes – SUDENE, BRASIL, Recife.
- Ortúzar, J. D. e L. G. Willumsen (1994), *Modelling Transport*. John Wiley & Sons, Chichester, England.
- PDTU, 2002, "Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro". Plano de Trabalho Realizado pelo Consórcio LOGIT – OFICINA Consultores e JGP – Secretaria de Estado de Transportes / CENTRAL, Relatório Síntese, abril, 2005,
- Santos, Márcio Peixoto Sequeira; Portugal, Licínio S; Silva, Diana Scabelo C. P., 2004, "O Sistema de Transporte e a Exclusão Urbana". Anais do XVIII Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, Florianópolis, SC.