
PLANEJAMENTO OPERACIONAL E ECONOMICO COMO INSTRUMENTO DE SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO INTERMUNICIPAL.

Eng. Ulysses Carraro, Econ. Marina A. Kyriopoulos,
Eng. Paulo Roberto Marufuji e Eng. Marco Antonio Assalve
ARTESP – Agência de Transporte do Estado de São Paulo
Rua Iaiá, 126 – Itaim Bibi – São Paulo – SP – Brasil – CEP 04542-060
Fax: 55-11-3707-2314 – pmarufuji@sp.gov.br

RESUMO

O Estado de São Paulo possui uma variação grande quanto à rentabilidade econômica das linhas rodoviárias intermunicipais de passageiros. As linhas de alta rentabilidade estão concentradas nas ligações entre a Capital e as principais cidades do Estado. A grande maioria das linhas tem rentabilidade média ou baixa. Com o intuito de propiciar qualidade ao serviço prestado, onde a remuneração justa é o fator preponderante para que tal aconteça verificou-se que a outorga de linhas não condiz para que o objetivo seja alcançado. Nesse sentido, chega-se a conclusão de que a outorga por área de operação é a mais desejável visto que deixa de existir a unicidade passando a prevalecer o resultado do conjunto. Portanto, esta concepção tem por objetivo gerar um sistema que atenda às necessidades de transporte dos habitantes de cada área de operação, de forma a que os equilíbrios demanda x oferta e receita x custos possam ser atingidos dentro de um determinado padrão de qualidade de serviço.

1. OBJETIVO

Em decorrência da situação atual dos serviços rodoviários intermunicipais no Estado de São Paulo, os objetivos a serem atendidos são garantir condições de acessibilidade à população; transporte adequado; tarifas adequadas à remuneração dos investimentos e custos necessários à prestação dos serviços dentro do conceito de modicidade; e ampliar a competitividade e a produtividade do setor frente aos demais modos de transportes. Para atingir os objetivos, foram definidos os conceitos básicos, como o conceito de área de atuação ao invés de linha isolada; e regulamentação da concorrência entre as operadoras. O que se busca fundamentalmente na aplicação de um modelo operacional, espacial e tarifário é que tenha um atendimento satisfatório, que seja socialmente justo, economicamente equilibrado e integrado à estrutura de desenvolvimento regional.

2 INTRODUÇÃO

As tarifas do transporte público por ônibus têm sido calculadas de forma tal que as receitas provenientes da prestação dos serviços cubram os custos de produção e a remuneração do capital investido, de acordo com a metodologia adotada pelo GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes). Neste sentido, há que se considerar que, basicamente, quatro são as estruturas que abrigam os diversos componentes organizacionais e operacionais do sistema, cujo desempenho refletem-se diretamente sobre o valor da tarifa:

- Estrutura Espacial: composta pelo arranjo das linhas de ônibus,;
- Estrutura Operacional: constituída das medidas de engenharia de transportes e de administração dos transportes, a serem adotadas na otimização das operações do sistema.;
- Estrutura Empresarial: composta dos investimentos privados no setor; e
- Estrutura Institucional: constituída pelos instrumentos legais de regulamentação da prestação de serviços.

Por outro lado, como os preços das tarifas devem refletir os custos e a remuneração adequada dos operadores em regime de eficiência, o ponto de partida é o cálculo dos custos quilométricos e receitas por linhas, os quais se baseiam nos rendimentos quilométricos dos principais itens de custo.

3. METODOLOGIA

3.1. Indicadores de Produção

É preciso conhecer indicadores de produção quilométrica (veículos/km), produtividade do equipamento (passageiros/veículos) e índices de desempenho (passageiros/km) de cada linha, para que se atribua o valor real de cada serviço, sendo que a organização do transporte produz reflexos diretos sobre:

- Produtividade do Equipamento: o número de passageiros transportados por veículo (passageiros/ônibus) crescerá na medida em que a velocidade operacional permitir que o mesmo veículo efetue um número maior de viagens no mesmo período;

- Densidade de Transporte: o número de passageiros por quilômetro rodado (passageiros/km) crescerá, a partir da racionalização espacial da oferta, permitindo que o mercado seja mais uniformemente atendido;
- Índice de Utilização: a relação entre o número de passageiros transportados e lugares oferecidos cresce ao se racionalizar a oferta, através, por exemplo, da implantação de um novo quadro de horários;
- Percurso Médio Anual (PMA): aumento do percurso médio anual por veículo através da otimização de seu uso, permitindo que, com o mesmo tempo de operação, o veículo percorra uma distância maior;
- Fator de Utilização de Pessoal: redução do índice de pessoal de apoio por veículo, resultante de uma maior produtividade dos equipamentos;
- Velocidade Operacional: a introdução de medidas de prioridade para a circulação de ônibus nas áreas urbanas, e/ou a adequação da localização dos terminais de embarque/desembarque de forma a proporcionar um significativo aumento das velocidades operacionais;
- Custo Operacional: um dos reflexos diretos da redução do tempo de percurso é, por exemplo, a redução do consumo de combustíveis, que, por via de consequência, contribui positivamente para a redução do valor da tarifa.

3.2. Modelo Operacional e Espacial

3.2.1. Levantamento de Dados

Todos os dados referentes ao sistema atual de transporte foram obtidos do banco de dados do DER/ARTESP: serviços prestados pelas empresas, passageiros transportados, quilometragem percorrida, horários realizados, e frota utilizada na prestação do serviço.

Foram feitas pesquisas de campo no conjunto de linhas rodoviárias onde foram selecionadas 251 linhas, esta seleção foi realizada através da curva “ABC” da movimentação das linhas, obtidas através do QIOM – Quadro Informativo Operacional Mensal – fornecidas pela empresas cadastradas no sistema (DER/ARTESP 2000). As pesquisas de contagens volumétricas classificatórias foram destinadas a auxiliar nos ajustes das matrizes de viagens por ônibus e por automóveis e na calibração das redes de simulação do sistema rodoviário e do sistema de transporte coletivo sobre pneus, pela comparação dos volumes contados, com os volumes obtidos das alocações das matrizes de viagens às redes de simulação (Ortúzar, J. de D., e L. g. Willumsen -1990). Para as pesquisa de Origem e Destino foram feitas em 27 terminais rodoviários em 25 municípios, paralelamente com a pesquisa de Origem e Destino foi realizada a pesquisa de opinião para avaliar os serviços de transporte oferecido. Foram feitas 24.618 entrevistas para Origem e Destino. A pesquisa de Origem e Destino foi realizada também para os usuários de fretamento, automóveis e do serviço rodoviário interestadual ao longo dos principais eixos rodoviários do Estado. Ao todo foram realizadas 37.679 entrevistas com usuários de automóveis, 1.185 entrevistas com usuários de ônibus fretado e 4.454 entrevistas com usuários de ônibus interestaduais.

3.1.2. Rede Matemática

A rede matemática para a simulação das viagens de pessoas no Estado de São Paulo (EMME/2 INRO Consultants Inc.) é formada por dois sub-conjuntos: a rede do sistema viário e a rede do sistema de transporte coletivo. A rede do sistema viário é formada por todas as rodovias pavimentadas do Estado e pelas vias não pavimentadas utilizadas pelo sistema de transporte coletivo. A rede do sistema de transporte coletivo é formada pelas linhas de características rodoviárias e pelas linhas de características suburbanas sob jurisdição da ARTESP. Das 1.095 linhas de característica rodoviária 163 linhas foram agrupadas as linhas principais pela soma das viagens realizadas, assim a rede de simulação é constituída por 932 linhas de característica rodoviária. As linhas de características suburbanas também foram agrupadas quanto apresentam o mesmo atendimento, obtendo-se uma redução de 97 linhas, assim das 445 linhas de característica suburbana, 348 foram incorporadas ao modelo.

3.1.3. Modelo de Geração de Viagens.

A área de estudo é o Estado de São Paulo, sendo que as regiões metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista não terão a movimentação intra-região metropolitana estudada:

- 634 municípios – serão representados por uma única zona de tráfego cada;
- 11 municípios – por no mínimo 2 zonas de tráfego; e
- São Paulo – entre 15 e 30 zonas de tráfego.

A estimativa dos totais de viagens gerados em cada uma das zonas que compõem a área de estudo foi feita com a utilização de modelos de regressão linear calibrados utilizando as informações sobre viagens obtidas a partir das pesquisas realizadas de origem e destino (Ortúzar, J. de D., e L. g. Willumsen - 1990). A seleção de variáveis explicativas utilizadas no desenvolvimento do modelo de geração foi feita a partir de uma análise de correlação existente entre variáveis sócio-econômicas dos municípios, e os totais de viagens observados na pesquisa realizada.

A análise mostrou que as variáveis mais significativas para explicação da geração de viagens entre os municípios são: população e o valor adicionado fiscal. Foram gerados cinco modelos, cada um dos quais adequado para um subconjunto homogêneo de municípios do Estado de São Paulo. O agrupamento de municípios foi feito com base na classificação dos municípios em metrópoles, capitais regionais, e centros sub-regionais, utilizando o procedimento para análise de cluster disponível no SPSS: Two-Steps, K – médias e Hierárquica (software de estatística).

3.1.4. Prognóstico e Formulação de Alternativas

A elaboração de prognóstico das tendências de evolução da demanda do sistema de transporte intermunicipal, através de modelo matemático, é necessário o desenvolvimento de cenários sócio-econômicos e a conseqüente projeção das variáveis, como insumos para projeção das matrizes de viagens. Considerou-se o ano 2000 como Ano Base, para projeção os Anos Horizontes foram 2005, 2010 e 2015 de forma a permitir maior flexibilidade aos estudos, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes – PDDT (DERSA, Desenvolvimento Rodoviário S.A.) (Tabela 1). Através da aplicação dos modelos de geração de viagens, utilizando como dados de entrada os valores estimados para as variáveis sócio-econômicas e demográficas projetadas para os diversos horizontes e alternativas de cenário, obtêm-se inicialmente os totais

de viagens produzidas e atraídas para uma das zonas que compõem a área de estudo. Utilizando-se o Modelo de FRATAR (Germani, E, Moreno Neto, F, Scatena, Kayal, M, Belda, R, Santos, S), estas viagens serão distribuídas entre os diferentes pares de zonas. Concluindo as etapas do Modelo de Geração de Viagens, calculadas para os anos horizonte de projeto, as matrizes resultantes da aplicação, tem-se as estimativas das matrizes de passageiros no sistema de transporte intermunicipal de passageiros e as matrizes de automóveis, para um dia típico, para cada um dos motivos de viagem considerados. Estas matrizes foram, em seguida, alocadas às respectivas redes de simulação.

Tabela 1: Taxas de crescimento

MODO	Taxa de Crescimento		
	2001 / 2005	2005 / 20010	2010 / 2015
Coletivo Público (ônibus)	1,77%	2,11%	2,17%

O processo de alocação das matrizes de demanda projetadas às redes matemáticas (Ortúzar, J. de D., e L. g. Willumsen - 1990), consiste em carregar a rede de transporte atual, devidamente calibrada com a demanda da situação atual, com a demanda prevista para os anos horizonte de projeto.

3.1.5. Formulação de Alternativas para os Modelos Espacial e Operacional

A concepção dos modelos operacional e espacial para uma rede de linhas de ônibus tem por objetivo gerar um sistema que atenda às necessidades de transporte dos habitantes da região de estudo, de forma a que os equilíbrios demanda x oferta (Ortúzar, J. de D., e L. g. Willumsen - 1990) e receita x custos possam ser atingidos dentro de um determinado padrão de qualidade de serviço.

3.1.6. Classificação dos Municípios

Foram analisados estudos que utilizaram métodos desenvolvidos pelo IBGE (Censo 2000) para classificação de municípios e outros dados sócio-econômicos obtidos junto à Fundação SEADE – Fundação do Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (2001), portanto dos 645 municípios que compõe o Estado de São Paulo foram classificados 48, divididos em:

- Metrópole Nacional: 1 município
- Metrópole Regional: 2 municípios
- Capitais Regionais: 12 municípios.
- Centros Sub-Regionais: 33 municípios.

3.1.7. Alternativas Para os Modelos Espacial e Operacional

A racionalização espacial da oferta induziu ao arranjo das linhas de ônibus na estrutura tronco-alimentado, composto por linhas tronco e linhas alimentadoras. O processo desenvolvido foi iterativo, acrescentado linhas ou alterando linhas em função de pares O/D com volumes que desequilibravam a operação da linha em análise, e analisando-se os valores do máximo de transbordo, e dos volumes de passageiros dos pares de O/D, buscando-se atender o máximo da demanda por ligação direta sem necessidade de transbordo.

3.1.8. Seleção do Modelo Proposto

As alternativas para modelos espacial e operacional foram detalhadas determinando-se o número de partidas e o tipo de veículo de cada linha formulada em função do tipo de serviço e demanda estimada. A determinação do veículo tipo para cada linha foi realizada considerando o volume máximo de passageiros/dia do trecho mais carregado do ano 2015 e um mínimo de 4 partidas/dia/sentido. O número de veículos necessários à operação de cada linha foi calculado considerando o tipo da linha, quantidade de municípios atendidos, tempo gasto nas paradas, extensão da linha, os fatores de sazonalidade semanal e mensal e considerando o período de operação de 16 horas. Na avaliação técnica os resultados, da aplicação do modelo de simulação EMME/2 (INRO Consultants Inc.) às alternativas foram analisados quanto ao atendimento, quantidade de passageiros transportados por linha, quantidade de passageiros x km e a frota operacional. No atendimento foi avaliado tendo como indicadores: a relação entre o número de partidas e o número de linhas, a quantidade de pares O/D atendida por ligação direta, a quantidade de passageiros atendidos por ligação direta e o número de linhas por passageiro.

4. RESULTADOS

4.1. Áreas de Operação

Para efeito de prestação dos Serviços o Estado de São Paulo foi dividido em Áreas de Operação (Figura 1). Para a determinação das áreas de operação foram utilizadas as seguintes diretrizes:

- as áreas são compostas por regiões polarizadas contíguas;
- as linhas de ônibus entre áreas de operação deficitárias serão absorvidas pela área de maior rentabilidade econômica;
- as linhas de ônibus entre áreas de operação rentáveis serão absorvidas pela área de menor rentabilidade econômica; e
- as linhas de ônibus entre áreas de operação que atenderem aos critérios de concorrência, poderão ser operadas unicamente pelo operador da área se são necessárias para a viabilidade econômica da área a ser concedida.

A racionalização operacional obtidos após a otimização das linhas e uma redução da frota atual, que correspondem a 1521 linhas e 5910 ônibus, resultou em 921 linhas com 3283 ônibus, e em termos de rentabilidade resultou para cada área de operação de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Áreas de Operação e Taxas Internas de Retorno

Área de Operação	T.I.R.	Área de Operação	T.I.R.
Área 1 (Araraquara)	25,31%	Área 9 (Ribeirão Preto)	21,08%
Área 2 (Bauru)	29,90%	Área 10 (Santos)	25,25%
Área 3 (Campinas)	35,21%	Área 11 (S.J.Rio Preto)	27,11%
Área 4 (Jundiaí)	24,89%	Área 12 (S.J. Campos)	37,25%
Área 5 (Araçatuba)	23,51%	Área 13 (Sorocaba)	26,39%
Área 6 (Ourinhos)	27,82%	Área 14 (Taubaté)	36,48%
Área 7 (Piracicaba)	26,20%	Área 15 (São Paulo)	84,66%
Área 8 (Pres. Prudente)	26,19%		

Cada área de operação corresponde a um conjunto de ligações internas à área – ligações intra-área – isto é, as ligações entre municípios ou localidades que compõem a Área de Operação; e um conjunto de ligações externas à área – ligações entre-áreas – isto é, as ligações entre municípios ou localidades da área de operação e os municípios de outras áreas de operação.

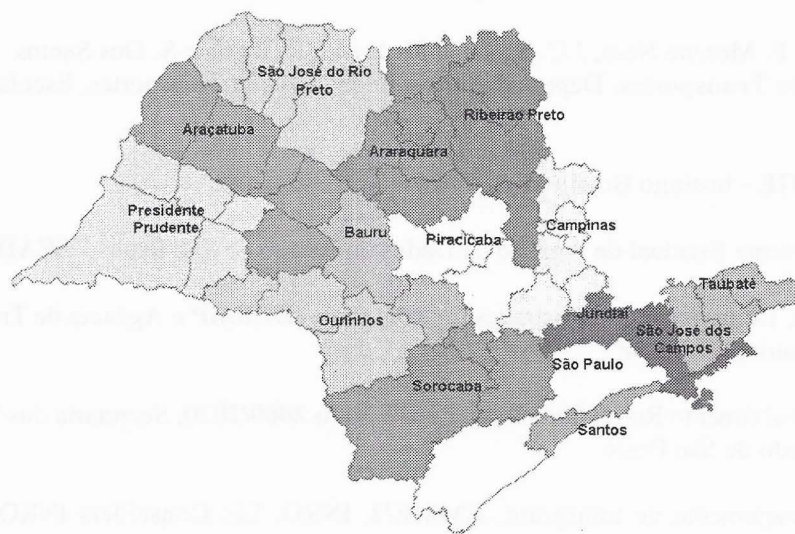


Figura 1: Áreas de Operação

5. CONCLUSÃO

As áreas de operação, e conseqüentemente os lotes a serem concedidos, foram determinados através de análise econômica, determinando uma taxa interna de retorno (TIR) que a área de operação deverá atender. Utilizando-se o modelo físico e operacional e os critérios de custo e remuneração propostos, atendendo as diretrizes descritas anteriormente e o modelo de avaliação econômica e financeira, foram obtidas quinze áreas de operação que atendem os requisitos técnicos e operacionais e de viabilidade econômico-financeiro.

O modelo operacional proposto é pautado pela flexibilidade, ou seja, cria condições para ajustar às peculiaridades da demanda. Assim também a possibilidade de se atuar com vistas à apropriação pelas operadoras dos ganhos econômicos advindos destes mesmos ajustes operacionais e da possibilidade de captação de uma parcela de demanda, inclusive por uma política tarifária mais flexível, irá trazer benefícios sócio-econômicos ao Estado de São Paulo, bem como condições efetivas de uma operação privada lucrativa. Desta forma, a redução dos riscos empresariais hoje advindos de procedimentos altamente controlados e centralizados pelo Poder Público poderá atrair grupos economicamente mais fortes e com enfoque mais moderno de operação para investir no setor. Em síntese, o Modelo Espacial, Operacional e Tarifário procura dar uma sensível flexibilização no sistema de transporte público rodoviário intermunicipal do Estado de São Paulo, inclusive com a possibilidade de ajustes de veículos e da operação que aumente as margens de oportunidade de retorno financeiro para as empresas privadas.

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, **GEIPOT**

Ortúzar, J. de D., L. G. Willumsen. (1990), **Modelling Transport**, John Wiley & Sons Ltd., Baffins Lane, Chichester, West Sussex, England

Germani, Elmir, F. Moreno Neto, J.C. Scatena, M. Kayal, R. Belda e S. Dos Santos.
Planejamento de Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica - USP

Censo 2000, **IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Fundação do Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo – **SEADE**

Banco de Dados, Departamento de Estradas de Rodagens - **DER/SP** e Agência de Transporte do Estado de São Paulo, **ARTESP**

DERSA, Desenvolvimento Rodoviário S.A., **PDDT Vivo 2000/2020**, Secretaria dos Transportes, Governo do Estado de São Paulo

Software de planejamento de transporte, **EMME/2**, INRO, Lês Conseillers INRO Consultants Inc., Montreal, Canadá.

Software de estatística, **SPSS** - Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc. Headquarters, 233 S. Wacker Drive, 11th floor, Chicago, Illinois 60606