

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE TRANUS COMO APOIO À ENGENHARIA DE TRÁFEGO E TRANSPORTE URBANO

Ruane da Cunha Gracio (IC) e Magda Aparecida Salgueiro Duro (Orientadora)

Apoio PIBIC Mackenzie

Resumo

A Engenharia de Tráfego é a responsável pela circulação efetiva de bens e pessoas pela rede viária. Com o tempo, em busca de melhorias na acessibilidade, passou-se a usar softwares de simulação de trânsito. Esse trabalho tem como objetivo o entendimento do software Transus, sistema gratuito de simulação urbana, assim como análise da sua efetividade frente a situações reais. Através de comparações entre a sua estrutura e a base teórica da Engenharia de Tráfego, foram realizados dois estudos de caso, visando relacionar um com o transporte urbano e o outro com essa engenharia. Os resultados obtidos foram bem distintos entre os dois casos. O primeiro pôde expressar uma resposta coerente, enquanto o segundo atingiu valores divergentes frente à realidade. Com base no estudo realizado, acredita-se que uma possível atualização do software, disponibilizando recursos para a inserção de uma maior quantidade de dados relacionados à Engenharia de Tráfego, resultaria em valores mais próximos da realidade.

Palavras-chave: Transus, Engenharia de Tráfego, Transporte Urbano

Abstract

Traffic Engineering is responsible for achieving the safe and efficient movement of people and goods on roadways. Searching for improvements in accessibility, traffic simulator softwares have been used. The research's objective is to understand the functioning of Transus software, a free urban simulator system, and also to analyze its efficiency with real situations. Through comparison between its structure and traffic engineering theoretical basis, two case studies have been made, one related to the urban transport system and the other to the traffic engineering itself. The results were very distinct between both examples: the first one expressed consistent answers, while the second one showed discrepant values towards reality. With this study, is believed that an update in the software, providing resources for more traffic engineering information input, would show results closer to reality.

Keywords: Transus, Traffic Engineering, Urban Transport System

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos, possuir um transporte individual era extremamente complicado e caro, o que fez do transporte público a opção mais utilizada. Enquanto países como Tóquio, Nova York, Londres, Paris e Moscou lideram o *ranking* em melhores sistemas de transporte coletivo no mundo, e de paralelamente tentarem reduzir a quantidade de veículos nas ruas, o Brasil não demonstra preocupações em investir nos recursos necessários para uma melhoria na área (PENA, 2013).

Possuir uma rede viária precária e insuficiente, com uma demanda grande de tempo para a realização dos deslocamentos, contradiz com os dados relacionados ao preço para a utilização do sistema público: São Paulo é considerada uma das cidades com as passagens mais caras do mundo. De acordo com uma pesquisa realizada pelo jornal Folha de São Paulo, são necessários 13,30 minutos de trabalho diário para o paulistano pagar uma passagem, enquanto que em Nova York e Paris, 5,80 e 4,50, respectivamente (MAGALHÃES, 2015).

De uns tempos para cá, juntamente com a redução da qualidade do transporte coletivo, surgiram maneiras para facilitar a aquisição de veículos individuais, tornando-se a opção escolhida por muitos. Apesar de trazer uma independência em termos de caminhos, e conforto ao usuário, o aumento descontrolado de veículos nas ruas passou a conflitar com a estrutura urbana já existente, principalmente nos grandes centros, como São Paulo, onde pesquisas demonstram que os adultos passam ao menos duas horas por dia para realizar seus deslocamentos (THE ECONOMIST, 2016).

Os congestionamentos registrados são reflexos da falta de planejamento da rede viária, pois para que ocorra um aumento no volume de veículos, sem prejudicar o fluxo inicial, é necessário um aumento na capacidade das vias, ou seja, um remanejamento urbano.

Responsável não só pela movimentação segura de bens e pessoas na rede viária, mas também pelo planejamento e desenho geométrico de vias, a Engenharia de Tráfego é um ramo da engenharia que visa a acessibilidade dos usuários aos seus destinos de maneira eficaz. Destacou-se ao final dos anos 50, com a urbanização de grandes centros, causada pela industrialização e, principalmente pela indústria automobilística (COSTA; MACEDO, 2008).

A reestruturação da rede viária para comportar esses novos veículos, permitindo uma fluidez do trânsito, passou a ser um grande desafio para esses engenheiros. Com o avanço tecnológico, o surgimento de softwares facilitou os estudos das cidades, principalmente os que realizam simulações de tráfego. Com a possibilidade de se inserir dados geométricos das vias e dados básicos, tais como capacidades, volumes e velocidades, a visão de uma situação com um problema, e a análise das alternativas de resolução ficam mais viáveis. Assim, torna-

se possível a verificação dos efeitos causados em toda uma rede viária devido a algumas mudanças, antes das mesmas serem realizadas.

Dentre os vários softwares de simulação existentes, podemos citar o Aimsun, o Emme e o Tranus. Todos são pagos, com exceção do sistema Tranus, analisado nesse trabalho.

O principal objetivo dessa pesquisa é avaliar qual a capacidade do software Tranus para simular situações reais, recalculá-las a partir de alguma mudança desejada, e se apresenta resultados coerentes com a realidade e com a base teórica da Engenharia de Tráfego.

Para analisar um sistema de simulação baseado nas teorias da Engenharia de Tráfego, é necessário um estudo prévio da parte teórica do mesmo, buscando entender quais dados são possíveis de se inserir, a maneira como são lidos e o modo como trabalha com os cálculos de simulações, além de compreender como os resultados são demonstrados ao final.

Também é necessário um levantamento de dados para a realização de um estudo de caso, com a intenção de confirmar o que foi visto na referência teórica por meio de aplicações reais. A partir desses estudos será possível verificar a viabilidade do software para usos na área de Engenharia de Tráfego, analisando as vantagens e desvantagens das suas aplicações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão vistos os principais conceitos de Engenharia de Tráfego e Transporte Urbano, além das principais características do software Tranus.

2.1 O Sistema de Transporte

Quando diferentes componentes interagem entre si, desempenhando funções visando um objetivo comum, eles constituem um sistema. O sistema de transporte urbano possui elementos físicos, recursos humanos e normas operacionais.

Dentro dos elementos físicos estão as infraestruturas, que englobam toda a parte estática do sistema de transporte, como por exemplo, os diferentes tipos de via, de acordo com os meios que irão utilizá-las, e os terminais que desempenham função de armazenagem e de expedição, além de serem o ponto de transferência para outros meios de transporte ou de entrada e saída dos usuários ao sistema; os veículos, que são os elementos móveis sobre a via, tais como carros, ônibus, trens, metrô, aviões; os equipamentos, responsáveis por facilitar o tráfego, por exemplo, retirando a neve da via ou realizando manutenções, e por fim, o controle, permitindo que o direito de passagem seja atribuído, através de sinalização das vias, semáforos, entre outros (HOEAL; GARBER; SADEK, 2011).

Já o responsável pelo rastreamento dos veículos, utilizando sistemas de posicionamento global (*Global Positioning System* - GPS) são os sistemas de localização, auxiliando na melhoria da eficiência das rotas estipuladas (HOEAL; GARBER; SADEK, 2011).

Os recursos humanos são os funcionários essenciais para que o sistema de transporte funcione corretamente, como motoristas, pessoas responsáveis pela manutenção dos veículos, das vias, planejadores estratégicos, analistas de pesquisa operacional, administradores, entre outros (HOEAL; GARBER; SADEK, 2011).

As normas operacionais são responsáveis pela definição dos horários para a chegada e partida de veículos nos terminais, por remanejar a tripulação que irá operar aquele veículo, por controlar as conexões quando existirem vários destinos chegando a um ponto em comum, e pela relação custo/nível de serviço, ou seja, analisar se existe demanda suficiente para estabelecer uma mudança significativa em uma determinada via ou na quantidade de veículos trafegando, por exemplo (HOEAL; GARBER; SADEK, 2011).

Dentro desses elementos, existe o profissional da Engenharia de Tráfego que, como foi citado anteriormente, é o responsável pelo tráfego seguro e eficiente de bens e pessoas, visando a otimização do sistema viário em prol da acessibilidade.

Seus estudos são feitos a partir da correlação entre o homem, o veículo e a infraestrutura. Os diferentes comportamentos de cada um os tornam elementos principais da análise, já que um afeta o outro diretamente (COSTA; MACEDO, 2008).

2.2 Parâmetros Básicos da Engenharia de Tráfego

As correlações entre os elementos integrantes do sistema de tráfego são feitas visando atender aos parâmetros básicos definidos para o projeto estipulado. Os principais parâmetros são velocidade, volume e capacidade.

2.2.1. Velocidade

Trata-se de um parâmetro físico definido pela relação entre o deslocamento realizado e o tempo gasto para percorrê-lo (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, 2006).

Durante o processo de concepção de uma via, a velocidade estabelecida é a responsável pela definição do projeto geométrico, buscando atendê-la o máximo possível ao longo de todo o traçado. No entanto, algumas situações acabam sendo inevitáveis, vindo a diminuir a velocidade somente naquele trecho como, por exemplo, curvas, intersecções, acessos de entrada nas vias, situação do pavimento ou sobrelevações (COSTA; MACEDO, 2008). Por conta disso, a Norma de Traçado (JAE P3/94) definiu três tipos de velocidades para estabelecer o traçado geométrico da via: a velocidade base, a específica e a de tráfego.

A velocidade base é a usada como referência para o traçado do projeto, ou seja, é a máxima velocidade em que o usuário poderá trafegar sem perder as condições de conforto e segurança ao longo do trecho. Para que seja definida, considera tanto as condições do trecho, como a topografia, quanto os valores definidos pelo projeto, como o volume de tráfego esperado. Deverá se manter constante ao longo de toda a via.

A velocidade específica, ao contrário da anterior, varia ao longo do trecho, pois considera as situações onde não é possível exercer as condições de segurança e conforto com a velocidade máxima. Portanto, em trechos específicos, como curvas, são estabelecidas velocidades menores.

Por fim, a velocidade de tráfego é a que realmente ocorre, e que muitas vezes é maior do que a de base, colocando em risco as condições de segurança dos usuários. Segundo o Manual de Planejamento e Acessibilidade, 15% dos motoristas ultrapassam o limite de velocidade em 12 a 20 km/h (COSTA; MACEDO, 2008).

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), existem outros tipos de velocidades definidas, dentre as quais aparece a velocidade de fluxo livre, estabelecida nos casos em que os usuários trafegam pela via em condições de baixo fluxo, ou seja, volume reduzido de veículos.

2.2.2. Volume

É definido pela quantidade de veículos que trafegam por uma faixa da via durante um intervalo de tempo. Saber qual será a demanda pela via é fundamental para que o traçado seja capaz de atendê-la. Esse volume estipulado é denominado Volume Horário de Projeto (VHP), representando pela quantidade de picos de trânsito ocorridos nas horas mais carregadas no período de um ano, sendo que o número de horas estudadas varia conforme a cidade. É definido ainda no período de projeto.

Já o Volume de Tráfego trata-se da quantidade real de veículos que trafegam por uma faixa ou um trecho da via, durante um tempo estipulado (ANDRADE, 2012).

2.2.3. Capacidade

É o parâmetro que define, em condições reais da via, a quantidade máxima de veículos que poderá comportar em um intervalo de tempo, sem afetar as condições de segurança e conforto (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE, 2006).

De acordo com o tipo da via, ocorrem variações nos valores das capacidades, pois são influenciadas diretamente pela quantidade de faixas, suas larguras, velocidade do trecho, topografia, dentre outros. Como exemplo, existem vias com elevações que tendem a causar uma redução na velocidade base, ou seja, a quantidade de veículos esperados para passar

naquele trecho com certa velocidade não ocorrerá, refletindo diretamente na capacidade da via, a qual sofre uma redução.

Outro exemplo muito visto dentro das cidades é a variação no tipo de via. Ao passar de uma via de trânsito rápido, como é o caso da Marginal Pinheiros na cidade de São Paulo, onde a velocidade limite era 90 km/h antes de ocorrerem as reduções para 70 km/h, para vias arteriais como a Avenida Juscelino Kubitschek ou a Avenida Eusébio Matoso, onde as velocidades caem para 60 km/h (hoje para 50 km/h) e a quantidade e largura das pistas diminuem, ocorre como consequência uma redução também na capacidade. O Código Brasileiro de Trânsito (CTB) define as vias em quatro qualificações, as quais variam de acordo com a sua geometria e a sua velocidade permitida. São elas (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2008):

- vias de trânsito rápido: são utilizadas para acessos com tráfego livre, sem a presença de semáforos, cruzamentos ou retornos. Possui como velocidade base 80 km/h;
- vias arteriais: são as que permitem as ligações entre as regiões da cidade, com presença de semáforos e acessos as outras vias menores. Possui velocidade de 60 km/h;
- vias coletoras: distribuem o trânsito das vias arteriais e de trânsito rápido dentro da cidade, com velocidade de 40 km/h por serem menores.

Em termos mundiais, o *Transportation Research Board (TRB)* é um organismo americano responsável pela principal referência em termos de capacidade das vias: o *Highway Capacity Manual (HCM)*. Nele, existe um parâmetro definido a partir da relação entre a capacidade e a velocidade da via, o qual é responsável por estabelecer a qualidade de tráfego para o usuário, através de uma classificação variando de A à F, denominado Nível de Serviço (NS):

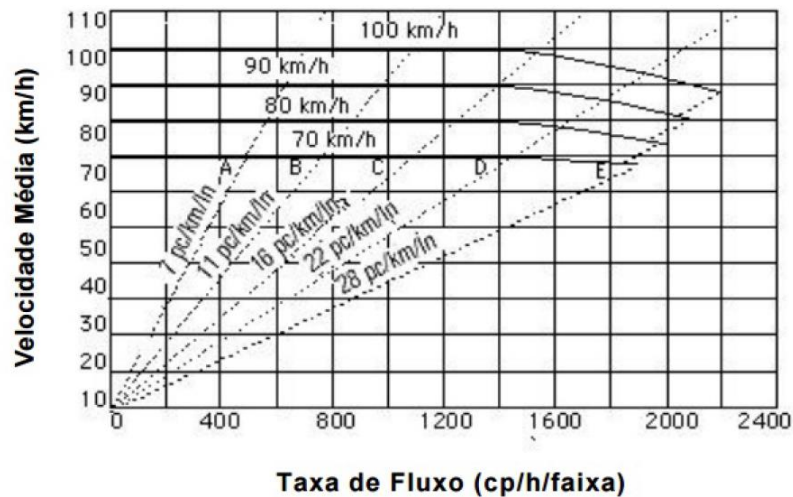
- Nível A: ocorre quando a via possui fluxo livre, mantendo a liberdade de escolha nas trocas de faixa e uma condição ótima de conforto ao usuário;
- Nível B: o fluxo ainda é estável, mas que já exige uma atenção maior do motorista ao realizar trocas de faixas e ultrapassagens, resultando em uma condição de conforto boa;
- Nível C: apesar do fluxo permanecer estável, há um aumento do volume de veículos, e conseqüentemente, da necessidade de atenção do motorista ao realizar as trocas de faixas e ultrapassagens, pois se encontram mais prejudicadas. A condição de conforto passa a ser regular;
- Nível D: início do fluxo instável, demandando uma atenção grande do motorista, pois as ultrapassagens e trocas de faixas passam a ser relativamente mais complicadas e

limitadas. A condição de conforto cai para ruim;

- Nível E: fluxo totalmente instável, sendo que as ultrapassagens e trocas de faixas só poderão ser realizadas se forçadas pelo motorista. A condição de conforto se torna péssima;
- Nível F: fluxo forçado, com ocorrências de paradas longas e grandes congestionamentos, alcançando uma condição de conforto dada como inaceitável (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2016).

Para as vias de trânsito rápido (expressas), o HCM estabeleceu um gráfico (Figura 1) para que, a partir da entrada de informações das velocidades e das taxas de fluxo (dadas pela capacidade por hora por faixa), seja obtido o seu respectivo nível de serviço.

Figura 1: Níveis de Serviço para Vias Expressas



Fonte: *Highway Capacity Manual* (2004 apud AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DETRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004)

Também existe uma adaptação desse gráfico feita pela *Transportation Research Board* (TRB) para ser utilizada em vias urbanas.

2.3. Coleta de Dados

Na cidade de São Paulo existem companhias de trânsito responsáveis pelo levantamento de dados das vias, de diferentes maneiras.

2.3.1. Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô)

Realiza a Pesquisa de Origem e Destino de dez em dez anos, abrangendo toda a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) através de duas pesquisas em conjunto. A domiciliar estipula as viagens internas à região metropolitana, por meio de questionários preenchidos por uma amostra de domicílios escolhidos em sorteio, além de analisarem os motivos para as viagens realizadas no dia útil anterior e as características socioeconômicas dos moradores. E as linhas de contorno, que através de contagens e entrevistas nos pontos

de acesso às rodovias que levam aos municípios da região metropolitana, definem as viagens externas.

A última pesquisa feita foi em 2012 (COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO, 2012). Dentre os resultados encontrados, é importante citar, com relação ao tráfego:

- as viagens diárias cresceram 15%, chegando em 2012 a 43,7 milhões de viagens diárias na RMSP por todos os modos;
- deste total, 29,7 milhões são viagens realizadas por modo motorizado e 14,0 milhões por modo não motorizado;
- as viagens por modo motorizado cresceram 18% e as viagens por modo não motorizado cresceram 8%;
- as viagens por modo coletivo cresceram 16% e, por modo individual, 21%;
- a divisão modal entre modos coletivo e individual permaneceu praticamente a mesma, 54% e 46%.

Outro dado relevante é que o número de viagens aumentou mais do que a população em 2012, com taxas de 15% e 2% respectivamente.

Esses valores confirmam o que foi citado na introdução, ou seja, há algum tempo a preferência por veículos individuais vem se fortificando em relação ao transporte público.

2.3.2. Companhia de Engenharia de Tráfego (CET)

A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) realiza desde 1977, a Pesquisa de Monitoração da Fluidez nas vias mais importantes da cidade de São Paulo, utilizando como método a contagem volumétrica classificada e o tempo de percurso com os atrasos. A pesquisa de 2012, por exemplo, analisou 31 rotas, resultando em 244 quilômetros de via.

A pesquisa é um banco de dados disponibilizado gratuitamente pela Biblioteca do CET com informações sobre os volumes e velocidades de cada uma das rotas estipuladas. A primeira, com relação aos volumes, utiliza a contagem manual dos veículos que trafegam, sendo feitas ponderações para transformar todos os meios de transporte em carros. Assim, o valor inserido na tabela será o volume equivalente da via. Os valores são acumulativos, e anotados em intervalos de 15 minutos durante as 3 horas de pico do dia (7:00 às 10:00 e das 17:00 às 20:00). O procedimento é repetido nos dois sentidos da via, por dois dias seguidos.

Dessa pesquisa é possível retirar o Fator Hora Pico (FHP), uma variação volumétrica em um intervalo de 15 minutos, dentro da hora de maior volume equivalente.

A pesquisa em relação às velocidades e aos retardamentos é feita através de uma média do tempo em que o funcionário levou para percorrer um determinado trecho. Os retardamentos podem ser divididos em congestionamento (C), semáforo (F), colisão na pista

(B) e obras na pista (O) (COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO, 2013).

Com isso, consegue-se obter uma planilha bem extensa com dados a respeito da condição do trânsito nas principais vias de São Paulo.

2.3.3. Levantamento de Dados em Campo

Outra maneira de se obter os dados de alguma via que não foi contabilizada em nenhuma dessas duas pesquisas anteriores é através do levantamento de dados em campo, ou seja, a contagem manual da quantidade de veículos que trafegam por um determinado trecho, mantendo a condição de anotar a cada 15 minutos e de realizá-la em mais de um ponto, dependendo da extensão da via.

Essas pesquisas auxiliam os estudos da rede viária, fornecendo dados fundamentais para a realização de simulações em softwares, visando a melhoria do tráfego urbano.

2.4. O Software Tranus

Desenvolvido pelo grupo venezuelano Modelística em 1982, o Tranus (Transportes e Usos do Solo) é um software de simulação gratuito, que considera a localização das atividades, o uso do solo e os meios de transporte, fornecendo uma visão social, econômica, financeira, energética e ambiental (BARRA, 2011a).

Baseia-se nos princípios da Engenharia de Tráfego no que diz respeito aos deslocamentos populacionais e de bens materiais, dependendo diretamente das atividades e uso do solo, assim como os meios de transporte e as redes viárias que são definidas proporcionalmente com essa necessidade de acesso (BARRA, 2011a).

A integração desses elementos é considerada a principal característica do sistema pelo grupo, e é realizada por meio de matrizes origem-destino, onde valores com relação às viagens podem ser inseridos. O Tranus avalia os deslocamentos pelos meios privados e públicos, podendo ser utilizado tanto em simulações de pequenas regiões ou cidades, como para escala nacional (BARRA, 2011a).

Dentre as diversas situações que podem ser representadas pelo software, podemos citar os planos de urbanização, faixas exclusivas de ônibus, rodovias com pedágios, política de preço como estacionamentos ou combustível, ferrovias, entre outros (BARRA, 2011a).

2.4.1. Componentes do Sistema

O software é dividido em dois subsistemas principais: as atividades e o transporte.

Dentro das atividades, o que motiva o fluxo de pessoas e bens é a localização dos pontos que irão gerar demandas de transporte ao interagirem, por exemplo, os deslocamentos

entre as residências e os locais de trabalho ou escolas necessitam da rede viária e meios de transporte para acontecerem. Da mesma maneira que esses locais demandam um espaço na cidade, o qual é fornecido mediante pagamentos. Caso ocorra uma alta na procura, o preço irá aumentar, e vice-versa. É a partir dessa variação de valores que o equilíbrio do sistema é alcançado. Por outro lado, equilíbrio entre a rede de transportes disponível e a demanda populacional se dá pela combinação do tempo com o custo (BARRA, 2011a).

A localização de atividades trata-se de um modelo de insumo produto espacial, o qual mantém como base a relação produção e consumo. Dividindo a demanda em final, intermediária e insumos primários, é possível desenvolver um sistema econômico, o qual indica que a quantidade de produtos produzidos tem que ser igual à demanda intermediária e final (BARRA, 2011a).

Além disso, os setores da economia, tais como agricultura, indústria, ou os de produção, como terras, capitais e trabalhos, são classificados pelo sistema como transportáveis ou não transportáveis, diferindo apenas pelo fato do primeiro poder ser consumido em outros lugares fora da área de produção, gerando deslocamentos e consequentemente, necessidade de rede de transporte (BARRA, 2011a).

Esse modelo separa as regiões em internas e externas, caracterizando-as em produção exógena, que é gerada para ser consumida em outra região, produção induzida, suprimindo a demanda de setores internos ou externos, e a demanda exógena, dada como adicional para suprir as demandas internas da região (BARRA, 2011a).

Com relação aos custos, o Tranus é capaz de analisar financeiramente as situações, utilizando valores sobre o custo de manutenção da via por quilometro, incluindo tarifas caso haja pedágio nas estradas, custo de operação dos veículos, tanto energético quanto de manutenção, valores de passagens para que o usuário utilize o transporte público, e os custos não pagos pelos usuários, englobando valores de tempo de viagem, de espera, conforto, confiabilidade e segurança (BARRA, 2011a).

Os custos pagos e não pagos são contabilizados para gerarem um valor final, chamado de desutilidade de transporte, refletindo nas escolhas dos usuários (BARRA, 2011a).

Pode-se perceber, pela descrição dos recursos do Tranus que o mesmo se aplica muito mais ao Transporte Urbano do que à Engenharia de Tráfego.

2.4.2. Dados do modelo

Para que os cálculos sejam realizados, é necessário inserir no software dados do traçado geométrico das vias, capacidade, volumes, velocidades, etc.

O traçado geométrico das vias é composto por nós, links e zonas. Os nós são pontos que indicam, por exemplo, cruzamentos de vias, pontos de ônibus, localização de semáforos, etc. Os links unem dois nós e representam as vias. As zonas também são pontos, diferenciando-se dos nós por serem fundamentais para o surgimento de fluxo, pois a matriz origem-destino com a quantidade de viagens realizadas para cada sentido será associada a elas.

O traçado das vias pode ser feito de diversas formas como, por exemplo, manualmente no próprio Tranus, onde é possível inserir nós, a partir de suas coordenadas geográficas, e ligá-los entre si, gerando links.

Outra maneira mais precisa de se realizar o traçado é através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tais como o QGIS ou o ArcGIS, onde as vias podem ser traçadas sobre um mapa base, em tamanho e posições reais, e importadas para os cenários do Tranus.

Para realizar a simulação também devem ser definidos os seguintes dados:

- categorias: passageiros ou mercadorias;
- modos: público ou privado;
- operadores: tipo de veículo que trafegará em cada via;
- administrador: responsável pelas manutenções das vias;
- transferências: quando é usado mais de um meio de transporte em uma viagem;
- tipos de links: características de cada tipo de vias;

Esses são os dados básicos que devem ser inseridos no sistema. Dentro deles existe uma variedade de outras informações que podem ser inseridas de acordo com o objetivo da simulação.

2.4.3. Cálculos executados na simulação

Após a geração de um cenário, é possível obter resultados através da execução do modelo. A execução de cada programa do sistema Tranus deve seguir a sequência:

- PASOS: realiza a leitura da rede e dos dados de transporte, estimando as possíveis combinações de origem-destino e os tipos de transporte para realizá-las;
- TRANS: calcula os custos do transporte e suas desutilidades, iniciando com a rede vazia;
- COST: responsável por transformar os custos e as desutilidades das categorias de transporte em dados para as categorias do uso do solo;
- LCAL: simula a localização e interação das atividades com o uso do solo como função dos custos e desutilidades dos transportes, gerando a primeira estimativa do fluxo

socioeconômico;

- FLUJ: transforma as categorias de fluxos socioeconômicos em categorias de transporte;
- TRANS: é rodado pela segunda vez para associar os fluxos com a rede, calculando os custos do transporte e das desutilidades, com a rede cheia.

Para se alcançar o equilíbrio, a sequência “COST-LCAL-FLUJ-TRANS” poderá ser rodada diversas vezes, diferente do programa “PASOS”, pois os cálculos das opções de viagem sempre são feitos com a rede vazia.

Após a execução do modelo, é apresentado o novo cenário com as devidas alterações, de acordo com o que foi calculado. Além disso, também são geradas planilhas com os valores obtidos como resposta.

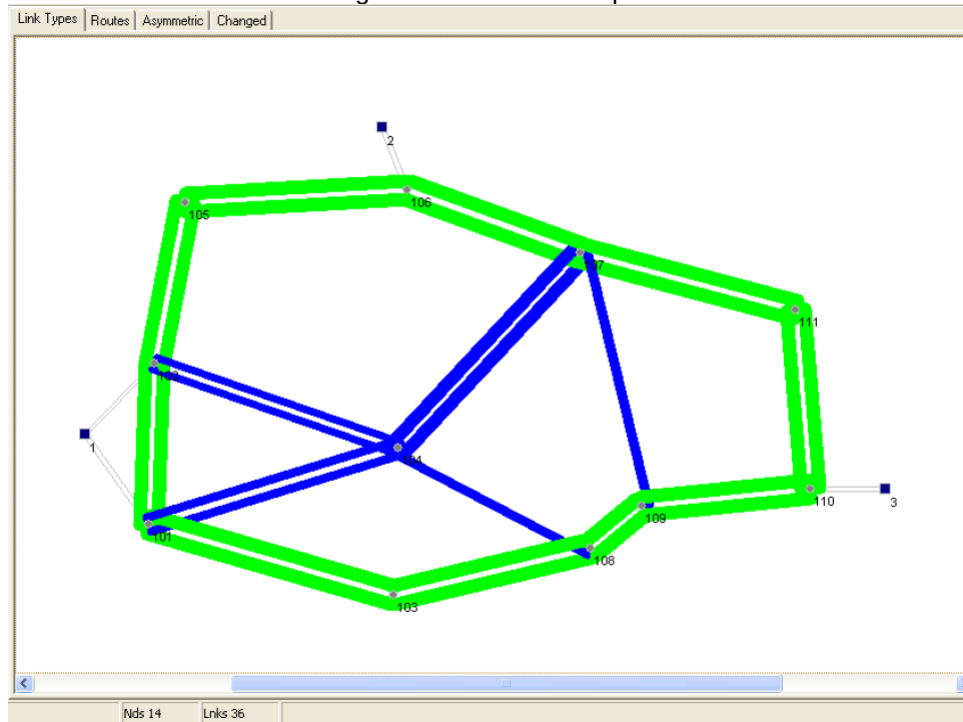
3. METODOLOGIA / ESTUDO DE CASO

O software Tranus apresenta em seus manuais informações que indicam um funcionamento adequado tanto para a área de Transportes Urbanos como para a de Engenharia de Tráfego. Por isso, foram realizados estudos de caso para ambas as situações.

3.1. Estudo de caso: Transporte Urbano

O autor do sistema, Tomás de la Barra, disponibilizou em seu *site*, três exemplos relacionados ao Transporte Urbano, os quais foram analisados, entendidos e refeitos durante a pesquisa. O exemplo descrito a seguir (Figura 2) é composto por três zonas, 36 *links*, e 14 nós, com apenas duas vias unidirecionais (104-108 e 109-107).

Figura 2: Cenário exemplo



Fonte: Barra (2011b).

3.1.1. Dados usados na simulação

Neste exemplo, existem duas categorias: a população de alta renda e a população de baixa renda. É possível associá-las às informações relevantes, como valor do tempo de viagem (possibilidade de uso alternativo do tempo útil, estimado em 30% do valor ganho pelo passageiro por hora) e o tempo de espera (função da frequência do serviço, representando um tempo mínimo de espera, e a relação demanda/capacidade, sendo estimado em 60% do valor de tempo de espera mínimo, multiplicado pelo valor da hora do usuário). Percebe-se que esses valores são maiores para a primeira categoria.

Os modos analisados nesta simulação são o público e o privado, sendo que apenas o primeiro possui rotas definidas.

Associado a cada tipo de transporte estão os operadores. O transporte público é composto pelos operadores ônibus e microônibus, ambos com constante modal igual a 1, ou seja, mesma probabilidade de serem escolhidos em relação a outros operadores.

A ocupação dos veículos é importante para definir a capacidade da linha, sendo essa dada pelo produto da ocupação máxima pela frequência. O período de estudo foi de uma hora em situação de pico. O tempo de espera fixo é estipulado para os transportes públicos. Nesse caso, utilizou-se 0,05 horas, ou seja, o usuário esperará no mínimo 3 minutos para a chegada do operador. A Taxa de ocupação é uma meta que considera a oferta e a frequência do operador. No caso, foi utilizado 60%. Como gastos do usuário, foi considerado somente o

preço da passagem, \$3.

Os valores de penalidades (pesos) são definidos de acordo com a preferência de escolha do usuário. Para os estratos mais baixos, a busca maior é pelo transporte público, por ser mais barato, mesmo que mais lento, ponderando o seu valor do tempo por 2, enquanto que para o privado esse valor cai para a metade. Já para os altos, a situação é inversa, tendo seu valor do tempo ponderado por 1 ao utilizar o transporte público, enquanto que no automóvel, seu valor sobe para 2,4, ou seja, seu tempo vale mais ao utilizar o transporte privado.

Na simulação também foram considerados os valores de combustível, custos como os salários dos funcionários por hora, manutenção e depreciação dos veículos.

Como existem dois tipos de operadores no modo público, as transferências entre eles são possíveis. Seus gastos são referentes a uma nova passagem.

Na definição de Rotas (que só está disponível no transporte público, pois automóveis não possuem uma única rota definida) pode-se estipular a frequência do operador, no exemplo entre 35% a 40%.

Também foram configuradas vias arteriais, locais e coletoras, diferenciadas por três parâmetros que relacionam capacidade, volume e velocidade, em porcentagem:

- $\text{volume/capacidade}=1$: porcentagem a que se reduz a velocidade de fluxo livre quando a relação volume pela capacidade (vol/cap) é igual a 1;
- a máxima porcentagem de redução da velocidade, independente da relação vol/cap ;
- a relação vol/cap em que a velocidade anterior foi aplicada;

As velocidades de projeto devem ser inseridas em cada tipo de via, ou seja, a velocidade máxima permitida na via, assim como os coeficientes de veículos equivalentes, pois o sistema só trabalha com o volume equivalente de tráfego.

Cada Link deve estar associado a um tipo de via, com as suas respectivas capacidades, direção, tempo de retardamento, se houver, e sua extensão.

Existem algumas diferenças na montagem do cenário para o modo privado, começando pelo operador, definido como “*Normal*”, pois não possui uma rota definida.

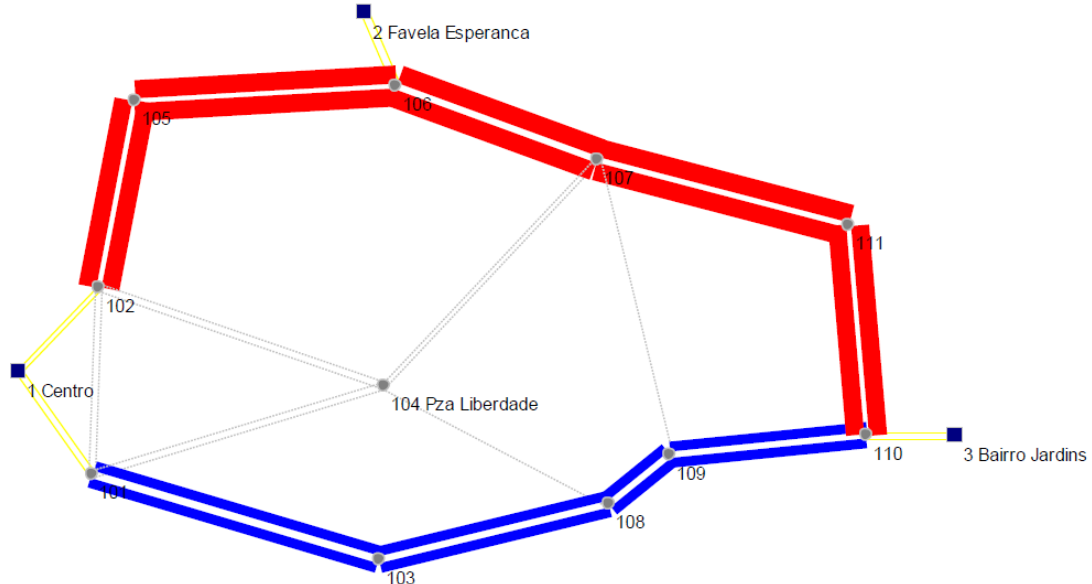
A taxa de ocupação dos veículos é definida como 1,38, dado pela média de pessoas transportadas em cada carro, e todo o valor gasto é assumido pelo motorista.

No caso de links percorridos por pedestres, a velocidade é considerada como 4 km/h nas vias coletoras, a ocupação é igual a 1 e o tipo é “Não motorizado”.

3.1.2. Simulação

Concretizada a geração do cenário, inicia-se a execução da simulação. O primeiro cálculo a ser feito é o de busca de caminhos, o qual cria um novo cenário, com diversas abas.

Figura 3: Caminhos encontrados na simulação



Fonte: Barra (2011b).

Na aba “*Paths*” é possível definir cores para os operadores e rotas, distinguindo quais operadores percorrem cada caminho de acordo com o modo. Nesta simulação, 2 caminhos foram encontrados (Figura 3). A espessura de cada link é proporcional à capacidade da via.

Na aba “*Volume*” é possível verificar o quanto a capacidade da via está ultrapassada, gerando congestionamentos. Isso é visto de acordo com a espessura dos links, diferenciados pelas cores de acordo com a rota. Quando mais grossa estiver a linha, maior o volume de veículos trafegando e, conseqüentemente, maiores os congestionamentos.

Notou-se com isso que os links 102-105 e 105-106, da rota B eram os mais congestionados. Ao clicar sobre eles, verificou-se na aba “*Routes*” que a demanda entre carros e microônibus é praticamente a mesma, 3564,1 e 3692,7 respectivamente. As velocidades de ambos também foram reduzidas, de 25 km/h para 6,8 km/h nos microônibus, e de 60 km/h para 16,3 km/h nos carros.

Pelos dados, conclui-se que o principal motivo para a ocorrência dos congestionamentos é o aumento do uso privado, já que são precisos 238,8 microônibus (em veículos equivalentes) contra 2741 veículos para transportar praticamente a mesma quantidade de pessoas. Através da aba “*Service Level*”, esse congestionamento é confirmado pelo Nível de Serviço H, bem abaixo do F, definido como inaceitável pelo HCM.

Retornando ao cenário original e executando o programa IMPTRA foi possível verificar os indicadores resultantes dos transportes.

Os resultados foram dados em função dos valores dos tempos, e dos parâmetros de preferência, e apresentados em uma planilha de Excel, totalizando as viagens realizadas pelas categorias e modos. Nelas foram apontadas 17 mil viagens distribuídas quase que igualmente entre ambas as categorias de usuários. Tratando-se do uso de transportes públicos, a proporção de viagens feitas pelos estratos baixos e altos resultou em 72% e 32%, respectivamente.

Dados sobre os custos energéticos resultam em um maior consumo pelos ônibus, mesmo que com menos usuários. Entretanto, também houve um aumento na renda, pois os microônibus perderam preferência pela redução das velocidades e o aumento do tempo, resultando em um prejuízo estimado em \$1443.

Identificados os problemas, buscam-se soluções com cenários alternativos. A primeira tentativa foi aumentar o valor das passagens do transporte público, de \$3 para \$5, reduzindo ainda mais as velocidades, pois houve uma preferência pelo carro, agravando os congestionamentos.

A segunda tentativa se deu pela implantação de faixas exclusivas de ônibus, juntamente com taxas de estacionamento. Como só foram permitidos operadores do transporte público nas faixas exclusivas, as velocidades aumentaram e a capacidade foi formada por 800 veículos retirados das vias originais (102-105 e 105-106), aliviando-as.

Executando a simulação com estas novas mudanças, verificou-se um aumento na frequência e na velocidade dos microônibus, para 27 km/h. Já os níveis de serviço subiram para C e D em três *links*, e para A nos demais, portanto a implantação da faixa exclusiva gerou melhorias. Com o IMPTRA, notou-se um aumento na demanda dos microônibus, de 72% para 83,3%.

Em resumo, para os estratos baixos, o cenário alternativo reduziu o custo médio das viagens e do tempo de percurso, e para os altos, houve uma redução no tempo, porém não no custo, já que agora existe a taxa de estacionamento.

Este estudo de caso evidencia que o Tranus pode ser aplicado com eficiência para a solução de problemas de Transporte Urbano.

3.2. Estudo de caso: Engenharia de Tráfego

O Elevado Costa e Silva, também conhecido como Minhocão, localizado na região central da cidade de São Paulo e construído em 1971, é considerado por muitos um fracasso urbanístico, já que é apontado como principal motivo da deterioração de bairros da região. No

entanto, projetos que englobam sua demolição ou transformação em parque estão sendo estudados. Com isso, o impacto causado no trânsito pela sua desativação foi usado como tema para o segundo estudo de caso, visando verificar se os resultados são coerentes com a Engenharia de Tráfego.

Foram feitos três cenários separadamente: o primeiro somente com o Elevado, o segundo com a rota alternativa, definida como viável de ser estudada pela existência de dados, e por último, o mesmo cenário anterior com o seu volume somado ao do Elevado. Após compreender o formato lido pelo Transus, foi possível importar a estrutura geométrica do QGIS. As 2 zonas definidas para os 3 cenários foram a Consolação e a Francisco Matarazzo.

3.2.1. Cenário 1: Elevado Costa e Silva

Os dados referentes aos volumes e velocidades utilizados nesse estudo foram retirados da Pesquisa de Monitoração da Fluidez feita pela CET em 2012. Por conta disso, a velocidade da via (70 km/h) que foi utilizada está desatualizada devido às mudanças recentes. Existem dados mais recentes, mas optou-se por usar os de 2012 para fazer uma comparação com o estudo realizado por Coelho e Scuro Neto (2015).

Neste cenário (figura 4), os passageiros utilizam o automóvel, com 2 opções de caminho permitidas para cálculo, durante uma hora de simulação em horário de pico. Não foram feitas avaliações com relação aos custos. Também foi desconsiderado o transporte público.

Figura 4: Cenário do Elevado Costa e Silva gerado no Transus.



Fonte: Autoria Própria

Foram definidos dois tipos de vias expressas ou trânsito rápido, uma para cada sentido

do Elevado, visando atender os níveis de serviço de 2012. Ambas as vias possuem a capacidade de 3200 veículos/faixa/hora e 2 faixas.

Figura 5: Matriz origem-destino do Cenário 1

Irips		Factors	
Zone	1	2	
1		8500	
2	9000		

Fonte: Autoria Própria

Na matriz origem-destino da Figura 5, o volume no sentido Oeste (zona 1 para 2) é a somatória do volume da Radial Leste no trecho da Avenida 9 de Julho com o volume da Avenida 23 de Maio: $5144+3334=8478 \approx 8500$ veículos. O volume no sentido Leste (zona 2 para 1) é a somatória dos volumes da Radial Leste no trecho da Avenida 23 de Maio com o vindo da Av. Francisco Matarazzo e do Elevado: $5104+1914+1926=8944 \approx 9000$ veículos.

A calibração do modelo foi feita com base nos níveis de serviço, testando diversos parâmetros de capacidade, volume e velocidade (vistos na subseção 3.1.1), até que se alcançasse os níveis estabelecidos pela tabela adaptada do *TRB* (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000): C para o sentido Leste e D para o Oeste.

Os valores encontrados para os três parâmetros relacionados à capacidade, volume e velocidade foram 50%, 60% e 120%, respectivamente, para a via “Expressa” definida para o sentido Oeste, da Consolação para a Francisco Matarazzo. Já para o sentido Leste, na via definida como “Expressa 2”, foram encontrados os parâmetros 40%, 50% e 120%, respectivamente.

Nas figuras 6 e 7, pode-se ver a redução de velocidade de 70km/h para 36km/h e 41km/h, o tempo de atraso de 4h25min e 4h53min, e o congestionamento causado, 27273 e 31905 veículos, para os sentidos Leste e Oeste, respectivamente.

Figura 6: sentido Leste

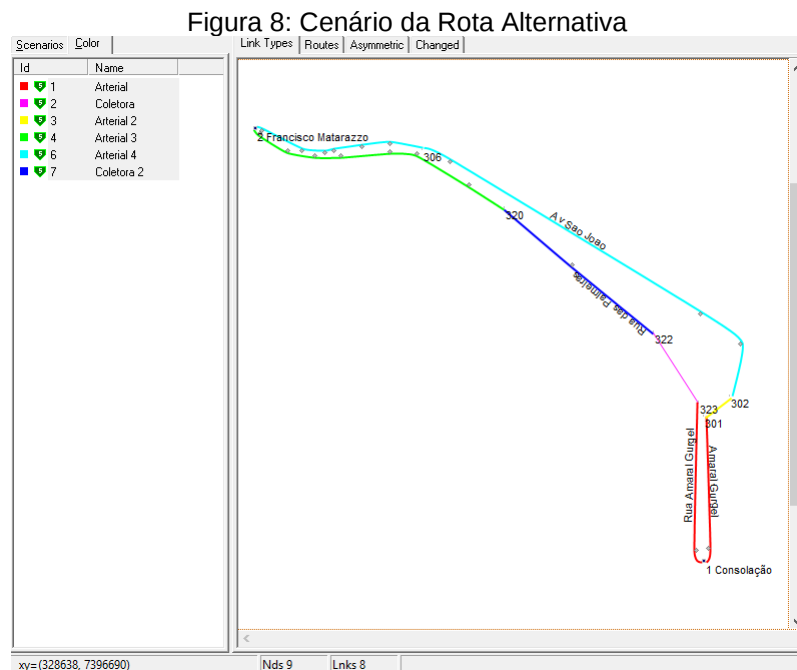
Fonte: Autoria Própria

Figura 7: sentido Oeste

Fonte: Autoria Própria

3.2.2. Cenário 2: Rota alternativa

O estudo das rotas alternativas (Figura 8) foi feito inicialmente sem o volume do Elevado.



Fonte: Autoria Própria

Para cada um dos tipos de via, foram definidos diferentes parâmetros de capacidade, volume e velocidade a fim de alcançar os níveis de serviço (NS) estabelecidos pela tabela adaptada do *TRB* (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000):

- Av. General Olímpio da Silveira - arterial 3 - parâmetros: 60%, 80%, 110% - NS: E.
- Rua das Palmeiras - coletora 2 - parâmetros: 49%, 50%, 110%.
- Rua Sebastião Pereira - coletora - parâmetros: 42%, 43% e 110%.
- Rua Amaral Gurgel - arterial - parâmetros: 40%, 41% e 110% - NS: C.
- Av. Duque de Caxias - arterial 2 - parâmetros: 51%, 52% e 110%
- Av. São João - arterial 4 - parâmetros: 78%, 80%, 110% - NS: E

As capacidades foram definidas para vias arteriais, 2900 veículos/faixa/hora, e para as coletoras, 1800 veículos/faixa/hora. Todas as vias possuem 3 faixas de circulação, com exceção da Rua Sebastião Pereira, com 2 faixas.

Como não foram obtidos dados relacionados ao volume de veículos nas coletoras e na Av. Duque de Caxias, seus níveis de serviço não foram considerados. Os níveis de serviço puderam ser atingidos com a variação dos parâmetros seguido da execução do sistema.

Para a matriz origem-destino, foram utilizados os volumes da Radial Leste, por ser a situação mais crítica para ambos os sentidos (Figura 9).

Figura 9: Matriz origem-destino do Cenário 2

Irips		Factors	
Zone	1	2	
1		5144	
2	6614		

Fonte: Autoria Própria

Figura 10: Matriz origem-destino do Cenário 3

Irips		Factors	
Zone	1	2	
1		13644	
2	15614		

Fonte: Autoria Própria

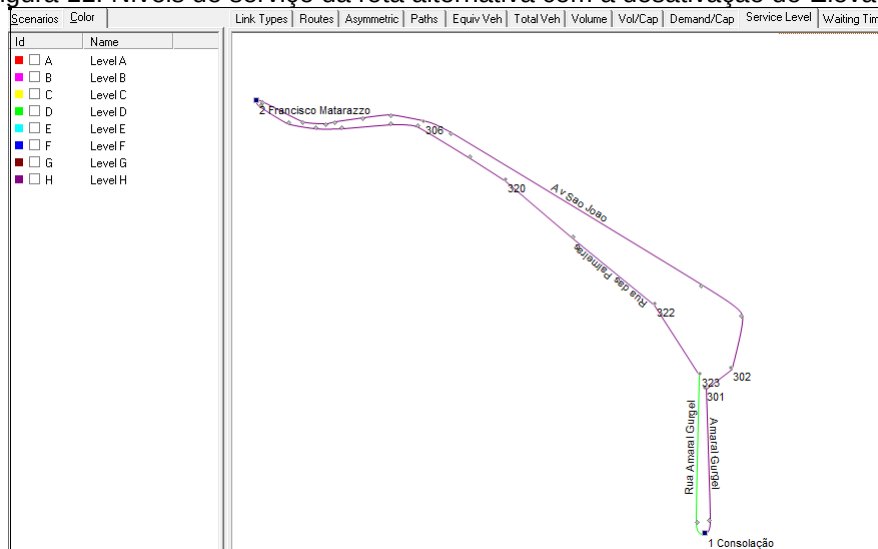
3.2.3. Cenário 3: Rota alternativa com a desativação do Elevado Costa e Silva

Esse cenário é idêntico ao anterior, porém com os volumes somados aos do Elevado (Figura 10). O cenário executado (Figura 11) apresentou níveis de serviço H em todos os *links*, exceto na Rua Amaral Gurgel em direção à Rua da Consolação que ficou com nível D. Também foram encontrados valores incoerentes tanto de volume de congestionamento quanto de tempo de retardamento.

No sentido Oeste-Leste, a Av. General Olímpio da Silveira resultou em um congestionamento de 685215 veículos vindos da Rua das Palmeiras, com um atraso de 45 horas e 43 minutos. Na Rua Amaral Gurgel congestionou para a Rua Sebastião Pereira, 240653 veículos, com 21 horas e 16 minutos de atraso.

No sentido Leste-Oeste, a Av. São João congestionou para a Av. Duque de Caxias 199596 veículos em 20 horas de atraso, e a Rua Amaral Gurgel, ponto de início do trecho, recebeu 31393 veículos do link anterior, congestionando um total de 383410 veículos.

Figura 11: Níveis de serviço da rota alternativa com a desativação do Elevado.



Fonte: Autoria Própria.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analizando os resultados obtidos no primeiro estudo de caso, percebe-se que o sistema revelou resultados coerentes e que tornaram possível a definição de estratégias para a melhoria do transporte urbano. Além das informações utilizadas neste estudo de caso, o Transus permite a inserção de uma grande quantidade de informações adicionais no que se refere aos operadores de transporte público, tais como quantidade de passageiros que embarcaram, frequência dos veículos, definição de uma rota com as suas próprias informações, etc.

Entretanto, no segundo estudo de caso esperava-se encontrar os mesmos resultados da pesquisa feita por Coelho e Scuro Neto (2015), na qual foram usados os mesmos dados de volume e velocidades. Os níveis de serviço encontrados nessa pesquisa, com a desativação do Elevado foram: sentido Leste-Oeste, Rua Amaral Gurgel – E, Av. São João – E e sentido Oeste-Leste, Av. General Olímpio da Silveira – D, Rua Amaral Gurgel – C.

Além dos Níveis de Serviço adequados não terem sido alcançados pela simulação no software Transus, os resultados de congestionamentos e tempos de atraso obtidos estão muito além da realidade.

Foram encontradas algumas dificuldades durante a execução desse segundo estudo, as quais acredita-se terem interferido na obtenção de resultados mais coerentes, principalmente devido à falta de recursos do sistema. Por exemplo, não é possível inserir valores de volumes para cada via estudada, somente nas matrizes origem-destino, generalizando-o para toda a via, e a velocidade inserida na simulação é a de projeto e não a real, mesmo sabendo-se que, principalmente durante o horário de pico, essa não é mantida, afastando ainda mais o cálculo da realidade.

Com a pesquisa do CET, é possível obter as velocidades e volumes nos horários mais críticos pesquisados, no entanto não é possível inseri-los para que sejam representados.

5. CONCLUSÃO

A partir dos entendimentos teóricos buscados e relacionados com o software Transus, foi possível compreender suas funções e a gama de cálculos possíveis. No entanto, ao comprovar as informações teóricas com a aplicação de dois estudos de caso, foram encontradas algumas divergências. Para o transporte urbano, o sistema forneceu resultados coerentes com a realidade, além de analisar as situações com uma quantidade ampla de dados. Mas para a Engenharia de Tráfego, os resultados obtidos foram incoerentes aos padrões reais, com congestionamentos em uma única via equivalente ao que muitas vezes ocorre na cidade inteira de São Paulo. Além disso, comparando a possibilidade de entrada de informações para que a simulação seja executada, entre os dois casos, o último se torna

precário, prejudicando a eficiência dos seus resultados.

Desta forma, sugere-se a utilização do Tranus apenas para estudos de Transporte Urbano e a utilização de outros softwares mais específicos, porém pagos, como o Aimsun, Emme e Visum/Vissim, para estudos em Engenharia de Tráfego.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (São Paulo). **Procedimentos Práticos para Cálculo da Capacidade Viária e Determinação do Nível de Serviço**. São Paulo: ARTESP, 2004. 48 p. Disponível em: <[http://www.artesp.sp.gov.br/Media/Default/Rodovias/pppTamoios/PROCEDIMENTOS PRÁTICOS PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE VIÁRIA E DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO.pdf](http://www.artesp.sp.gov.br/Media/Default/Rodovias/pppTamoios/PROCEDIMENTOS_PRATICOS_PARA_CALCULO_DA_CAPACIDADE_VIARIA_E_DETERMINACAO_DO_NIVEL_DE_SERVICO.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2016.

ANDRADE, Gustavo Riente et al. **Distribuição de volumes horários de tráfego e hora de projeto em rodovias**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.cbrcbrasvias.com.br/CBRC2013/anais/anaiscongresso/arquivos/DISTRIBUI_O%20DE%20VOLUMES%20HOR_RIOS%20DE%20TR_FEGO%20E%20HORA%20DE%20PROJETO%20EM%20RODOVIAS.pdf> Acesso em: 17 abr. 2016.

BARRA, T. **Tranus - Descrição geral**. Venezuela, 2011a. Disponível em: <<http://www.tranus.com/tranus-portugues/descricao-geral>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

BARRA, T. Tutorial: **Exemplos de aplicação passo a passo**. Venezuela, 2011b. Disponível em: <<http://www.tranus.com/tranus-portugues/baixar-instalar>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

COELHO, André Carvalho; SCURO NETO, Italo. **Impactos no tráfego urbano da cidade de São Paulo devido à desativação do Elevado Costa e Silva**. São Paulo, 2015.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (CET). **Pesquisa de monitoração e fluidez**. São Paulo, mar/2013. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/228058/2012%20%20volumes%20e%20velocidades.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (Metrô). **Pesquisa de mobilidade da região metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://vadebike.org/files/metro-pesquisa-de-mobilidade-da-rmsp-2012.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

COSTA, A. H. P. e MACEDO, J. M. G. **Manual do planejamento de acessibilidades e transportes**. Capítulo 1 – Engenharia de Tráfego: Conceitos Básicos. dez/2008. Disponível em: <http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/Documentos/ManualdeAcessibilidades/ManuaisCCDRNmiole_AF/01EngTrafego_AF.pdf> Acesso em: 12 abr. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de estudos de tráfego**. Publicação IPR – 723, Rio de Janeiro, RJ, 2006. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf> Acesso em: 17 abr. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Código de trânsito brasileiro e legislação complementar em vigor**. Brasília, dez/2008. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/publicacoes/download/ctb_e_legislacao_complementar.pdf> Acesso em: 16 abr. 2016.

HOEAL, Lester A.; GARBER, Nicholas J; SADEK, Adel W. **Engenharia de infraestrutura de transportes**: uma integração multimodal. Cengage Learning, 2011.

MAGALHÃES, Guilherme. **Tarifa de ônibus em SP e Rio está entre as mais caras do mundo, diz estudo**. Folha de São Paulo, São Paulo, jan/2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/01/1575811-tarifa-de-onibus-em-sp-e-rio-esta-entre-as-mais-caras-do-mundo-diz-estudo.shtml>>. Acesso em 17 abr. 2016.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Transporte público no mundo**. Época, São Paulo, jun. 2013. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/transporte-publico-no-mundo.htm>>. Acesso em: 16 abr. 2016

THE ECONOMIST. **To get the world's biggest cities moving, stop subsidising driving**. Fev/2016. Disponível em: <<http://www.economist.com/news/leaders/21693577-get-worlds-biggest-cities-moving-stop-subsidising-driving-jam-today>>. Acesso em: 16 abr. 2016.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual**. Washington, D.C: National Research Council, 2000. 1189 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Notas de aula de engenharia de tráfego**. Capítulo 9. 2016. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/eng_trafego_optativa/arquivos/INTRODUCAO.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2016.

CONTATO: ruane.gracio@hotmail.com e magda.duro@mackenzie.br