

PTR 3514 _ 2sem19: Projeto Temático, v 18/9/19

O trabalho desenvolvido em torno da simulação macroscópica pode ser utilizado pelo grupo de microssimulação.

Uma ideia é realizar simulações microscópicas dos trechos mais críticos da rede analisada, selecionando-os a partir da alocação realizada no segundo roteiro de laboratório (VISUM 2 - ITS11).

No próprio roteiro VISUM 2 - ITS11 é feita uma análise com o *link* mais carregado da rede, estudando de onde são provenientes os fluxos que por ali passam, para a compreensão do fenômeno.

Uma microssimulação deste trecho e seus arredores complementaria esta análise, discutindo possíveis soluções específicas para aquela região.

Para isso, seriam necessários dados mais precisos das vias envolvidas, como capacidade, velocidades máximas e de fluxo-livre, tempos semafóricos e contagens, até mesmo para efeito de comparação com o resultado do modelo macroscópico.

Exemplo: Aplicação do EPICS/BALANCE na Região da Av. Pompéia em São Paulo

1.1 Área de Modelagem

Dentro do Município de São Paulo foi escolhido como caso de estudo o trecho da Avenida Pompeia entre a Rua Ministro Ferreira Alves e as ruas Guará e Alfonso Bovero e as suas paralelas Cotoxó, Tucuna e Barão de Bananal, região que apresenta 12 interseções controladas por semáforos que operam com planos de tempos fixos (Figura 1). A escolha foi baseada na disponibilidade de dados produzidos para a região nos últimos meses em ocasião da primeira fase do projeto BIRD UK para cidades inteligentes, do UK Prosperity Fund da Embaixada do Reino Unido de Brasília em colaboração com o Banco Mundial. Uma das frentes desta fase do projeto tem como objetivo a produção de estudos que permitam avaliar os eventuais benefícios que sistemas de otimização semaforica em tempo real trariam ao desempenho do sistema viário da Cidade de São Paulo. Este projeto proporcionou a possibilidade de desenvolver as simulações em coordenação com a própria CET, a qual produziu e forneceu todos os dados que foram utilizadas para este estudo de caso. A região da Pompeia em objeto foi selecionada pelo Banco Mundial e pela CET como ideal para a primeira fase do estudo, devido às boas condições do sistema SCOOT na área considerada, fator este que aprimoraria os resultados do projeto. A Avenida Pompeia é o principal corredor de uma área muito povoada que compreende diversos polos de atração de viagem como o Shopping Bourbon, o Sesc Pompeia, o Hospital São Camilo e, sobretudo, o Allianz Parque. A área de estudo é servida por diversas linhas de ônibus que transitam tanto ao longo do eixo principal (Avenida Pompeia) como nas transversais



Figura 1: Área de estudo

A Avenida Pompeia dispõe de uma faixa exclusiva para os ônibus apenas no sentido bairro. Isto se deve à declividade da região que, no trecho e no sentido considerado, pode afetar sensivelmente o *headway* das linhas que transitam pela avenida.

Relativamente aos planos semaforicos da área de interesse, o VISSIM foi configurado usando os planos fixos, em vigor em junho de 2019, conforme informações repassadas pela própria CET para a faixa horária de interesse, identificada entre às 7:30 e às 8:30 da manhã, sendo este considerado o horário de pico da região analisada.

Para os dados relativos à demanda foram realizadas pela CET uma contagem no dia 26/4, uma micro pesquisa OD e mais uma contagem para a validação do modelo no dia 21/05, operação esta que envolveu 50 pessoas entre atividades de planejamento, levantamento, análise e tabulação dos resultados.

Antes de realizar a pesquisa OD para a área considerada, foram feitas pela CET macrossimulações com o software EMME para identificar a área de influência do corredor objeto de estudo e definir origens e destinos da matriz. Com esta operação se quis verificar se a melhoria no fluxo na Avenida Pompeia teria gerado uma mudança das zonas de interesse a serem consideradas para o levantamento da matriz OD que seria utilizada para o estudo. A esse fim foi considerada a hipótese de um ganho em termos de tempos de viagem de 30% na Avenida Pompeia caso um sistema de otimização semaforica em tempo real estivesse operando. O valor de 30% foi escolhido para não gerar dúvidas sendo que, geralmente, tais sistemas prometem um ganho médio de desempenho que varia entre 10% e 20%. O resultado da macrossimulação mostrou que mesmo com um ganho do 30% a matriz OD da área considerada não variava.

1.2 Calibração e Validação do modelo

O modelo foi calibrado com foco no comportamento do motorista (*driving behavior*), pois estes parâmetros podem ser considerados os mais adequados para o contexto considerado (LACERDA; CASTRO NETO, 2014).

No VISSIM, é possível escolher entre dois modelos diferentes de *car-following*: Wiedemann-74 (W74) ou Wiedemann-99 (W99) sendo o primeiro recomendável para modelagem urbana (o nosso caso) e o segundo para modelagem de rodovias (LACERDA; CASTRO NETO, 2014). O W74 permite a definição de 3 parâmetros:

- **Distância média de parada (*Average Standstill Distance*)** - considerou-se o valor de 1,6 m para esse parâmetro.

- **Parte aditiva da distância de segurança (*Additive part of safety distance*)** – No processo de calibração, alterou-se esse valor para 1,6 m.

- **Parte multiplicativa da distância de segurança (*Multiplicative part of safety distance*)** – No processo de calibração, alterou-se esse valor para 2,0 m.

Estes valores foram calculados pela CET após medição em campo por uma equipe especializada, mensurando a distância existente entre veículos enquanto estes estavam parados e deduzindo por observação, a partir destas medidas, os valores médios dos parâmetros do modelo W74.

Durante o processo de calibração foi utilizado também o parâmetro *lane change* do modelo de *lane-changing*. A distância padrão do *lane change* de 200 m foi reduzida para a dimensão do *link* antecessor. Desta forma buscou-se evitar que os veículos da rede começassem a se posicionar para a conversão muito antes ao que acontece na realidade, na área de estudo, comportamento que resultava em um desequilíbrio da calibração para determinados movimentos.

Para a primeira etapa do processo de validação foram utilizados os dados de volumes relativos aos movimentos da área de estudo, coletados pela CET através de contagens manuais, feitas em ocasião da micro pesquisa OD do dia 21/05/2019. Para realizar a validação do modelo foi utilizado o teste estatístico GEH. Este teste consiste na comparação dos volumes modelados e observados e incorpora tanto o erro relativo quanto o erro absoluto. O índice foi calculado para cada movimento do modelo e comparado com os valores levantados pela CET na contagem do dia 26/04/2019.

Conjuntamente à validação do modelo, feita a partir das contagens, foi acoplada uma validação feita utilizando dados de tempos de viagem extraídos do Google Maps, via API do serviço, através de um processo dividido em três fases:

1. Determinação de coordenadas de origens e destinos (VISUM);
2. Download dos dados de Tempo de Viagens;
3. Comparação com os dados simulados.

A validação feita aplicando o teste GEH pode se considerar satisfatória pois o valor de GEH obtido é menor que 5 para 85% dos casos de uma secção isolada, sendo este um valor aceitável (TAVARES; PEREIRA, 2015). No caso da validação feita a partir dos

tempos de viagens, para a grande maioria de casos, o tempo de viagem entre o Google Maps e o simulado (no VISSIM) apresenta uma alta correlação.

1.3 Metodologia de avaliação

Para comparar as diferentes alternativas simuladas, com a atual estratégia de tempos fixos, foram selecionados indicadores de desempenho a partir dos quais pode-se obter a classificação dos resultados.

Durante o processo de seleção pareceu natural incluir aqueles parâmetros otimizados pelos algoritmos internos do EPICS e do BALANCE, assim como pela maior parte dos principais sistemas ACTS. A estes os autores consideraram acrescentar mais dois indicadores: velocidade e densidade. A escolha da velocidade e da densidade foi feita pensando na importância que estes indicadores têm hoje para o monitoramento das condições de tráfego no contexto urbano. Portanto, os indicadores selecionados foram:

- **Atraso**
- **Número de paradas**
- **Comprimento da fila**
- **Velocidade**
- **Densidade**

Os valores dos indicadores de velocidade, do atraso e do número de paradas foram calculados para a rede em geral e catalogados a partir de seus valores médios para o conjunto dos veículos, para a categoria dos automóveis e para a dos ônibus. Para a densidade e o comprimento da fila, devido à natureza destes indicadores, este detalhamento foi feito considerando apenas os valores relativos à todos os veículos. Desta forma, buscou-se entender se existem estratégias de otimização que conseguem melhorar o desempenho geral da rede sem comprometer a circulação de uma determinada categoria de veículos, especialmente em relação ao transporte coletivo.

Para averiguar o desempenho dos softwares de otimização semaforicas, considerados neste artigo, foram escolhidos os seguintes cenários de simulação:

- O cenário atual de tempos fixos (cenário atual de referência)
- O BALANCE funcionando independentemente
- O EPICS funcionando independentemente
- O BALANCE e o EPICS funcionando conjuntamente

1.4 Metodologia de testes nos cenários

Para cada cenário de otimização considerado foram selecionadas diferentes configurações das tecnologias avaliadas, isto é, diferentes conjuntos de semáforos otimizados e, no caso do EPICS, também diferentes combinações de fluxos a serem priorizados, com seus pesos relativos. A seleção foi necessária devido ao extenso número de combinações de otimização possíveis que tanto o BALANCE como o EPICS (e, sobretudo, a combinação dos dois) proporcionam, até em uma área com apenas doze interseções como aquela considerada.

Esta seleção se baseou na observação dos principais problemas (gargalos) que o atual cenário de tempos fixos apresentou e nas próprias simulações das diferentes tecnologias de otimização contempladas.

A partir destes problemas, para cada cenário de otimização foram testadas diferentes configurações adotando uma abordagem de refinamento progressivo das melhorias obtidas, isto é, de forma que em cada nova simulação de uma determinada tecnologia tentava-se consolidar os eventuais resultados positivos obtidos na simulação precedente e, ao mesmo tempo, amenizar os eventuais impactos negativos gerados por aquela nova configuração. Caso a nova configuração simulada levasse a uma piora dos valores gerais dos indicadores de desempenho, operava-se um *roll-back*, isto é, voltava-se à última configuração que tinha apresentado uma melhora geral do desempenho a partir da qual seriam testadas novas opções de otimização. Este processo levou a resultados que podem ser considerados sub-ótimos, sendo que não se tem elementos para saber se uma diferente configuração ou escolha de parâmetros levaria a um melhor desempenho geral. Mesmo assim esta abordagem levou a resultados muito melhores do que o esperado sendo que estes tipos de sistemas geralmente proporcionam uma melhora geral dos indicadores do desempenho da rede que vai do 10% até o 20%.

Para cada configuração foram executadas dez simulações, extraindo no final destas o valor médio aritmético calculado pelo VISSIM para os indicadores de desempenho selecionados. Este número de simulações foi escolhido para garantir a maior acurácia possível dos resultados dentro da disponibilidade dos recursos de simulação utilizados. Para cada cenário de otimização contemplado, foi então selecionada a configuração que obteve o melhor desempenho considerando o conjunto dos indicadores escolhidos, cujos

resultados foram utilizados para as considerações comparativas entre as tecnologias. Desta maneira destacam-se as potencialidades que cada uma oferece para a melhora das condições de tráfego na Cidade de São Paulo, objetivo principal desta pesquisa.